

Recherches sur la Biologie et l'Anatomie des Phasmes

PARTHÉNOGÉNÈSE. MUES. — TUBES DE MALPIGHI. -- PRÉTENDUS
GANGLIONS SYMPATHIQUES DE LA 1^{re} PAIRE. — MEMBRANES TRACHÉOLAIRES.
— APPAREIL GÉNITAL (SPERMATOGÉNÈSE SPÉCIALEMENT, D'APRÈS LES PRINCI-
PALES FAMILLES D'ORTHOPTÈRES).

PAR

R. de SINÉTY

THÈSE PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

(Mémoire déposé le 28 septembre 1901.)

RECHERCHES

SUR LA

Biologie et l'Anatomie des Phasmes.

INTRODUCTION.

Dans une notice publiée en 1856 sur un *Phyllium* gardé vivant au jardin botanique d'Edimbourg et qui jouissait auprès des visiteurs d'une extraordinaire popularité, ANDREW MURRAY croyait pouvoir prédire que dans peu d'années l'élevage des phasmes deviendrait très général et que l'on pourrait bientôt les trouver dans les serres aussi communément « as the canary bird of our dwelling ».

Si la prédiction s'était entièrement réalisée, les anatomistes qui se sont occupés d'insectes en général et d'orthoptères en particulier auraient eu à leur disposition un matériel que beaucoup expriment le regret de n'avoir pu explorer. La famille des phasmidées n'étant représentée en Europe que par un très petit nombre d'espèces pauvres en individus et relativement localisées, les insectes de ce groupe interviennent rarement et toujours incidemment dans les travaux d'anatomie comparée. Quant à des recherches portant directement sur eux, à part l'ancien mémoire de J. MUELLER sur *Phasma ferula* (25) et une courte note de JOLY sur la mouche-feuille des Seychelles (71), la littérature anatomique ne nous présentait guère, au moment où nous nous sommes mis au travail, que les pages, d'ailleurs pleines de faits, récemment consacrées par HEYMONS (97) à l'organisation de *Bacillus rossii*.

Pourtant l'élevage des phasmes a été repris depuis quelques années de divers côtés, principalement en vue d'observations biologiques; citons : celui d'un *Phyllium* à Paris par BRONGNIART, de *Cyphocrania herculeana* à Batavia par VON WUELFING, de *Bacillus gallicus* à Nantes par DOMINIQUE et les frères PIEL DE CHURCHEVILLE, de *Bacillus rossii* à Tübingue, à Berlin, à Leipzig, respectivement par KRAUSS, STADELMANN, GODELMANN.

Deux espèces de la péninsule ibérique, *Leptynia attenuata* et *Leptynia hispanica*, déjà élevées à Uclés, étaient tout acclimatées au laboratoire privé de Vals, quand le P. PANTEL nous engagea à les prendre pour sujet d'étude. C'est pour nous une grande satisfaction de remercier cordialement le maître et l'ami qui a bien voulu nous guider et nous assister pendant toute l'exécution de notre travail.

Successivement, ce premier fonds s'est complété, grâce à l'extrême complaisance de quelques correspondants qui nous ont fait de nombreux envois d'œufs et d'animaux vivants pour les espèces européennes, d'œufs et d'animaux fixés pour quelques espèces exotiques (*).

Ce dernier appoint était très appréciable. Quand on réfléchit au fait que la famille des phasmes comprend plus de deux mille espèces connues, de types très divers, et que nos espèces européennes se rattachent toutes à deux genres très voisins, pourrait-on se flatter de saisir sur ces types seuls les véritables traits d'une disposition anatomique?

Évidemment, toute appréhension de ce côté ne saurait être écartée par l'exploration d'un petit nombre de types étrangers, nécessairement pris au hasard dans cette immense famille. Cependant, nous nous estimons heureux d'avoir pu ajouter à nos observations biologiques sur les espèces européennes, quelques données complémentaires empruntées à ces types, et nous espérons que nos descriptions anatomiques auront bénéficié aussi dans une certaine mesure de ce premier essai d'étude comparée. L'ensemble du matériel étudié comprend les espèces suivantes :

(*) Nous devons un remerciement tout spécial aux PP. TAVARES et ALVES, professeurs au collège de San Fiel en Portugal, qui, depuis le commencement de nos recherches, nous ont abondamment fourni notre meilleur matériel, *Leptynia attenuata* et *Bacillus gallicus*.

Les espèces exotiques nous ont été envoyées de Kurseong, dans l'Himalaya et de Shembaganur (présidence de Madras), par un groupe de missionnaires et de professeurs : les PP. DÉCOLY, MALLAT et DUBREUIL, qui n'ont pas hésité à s'imposer, au profit de notre travail, les ennuis de l'élevage et même de quelques fixations.

Enfin, des entomologistes bien connus, MM. BOLIVAR, AZAM, DOMINIQUE, ont eu la complaisance de nous procurer des phasmes de leur région.

Nous prions tous ces correspondants de vouloir bien agréer l'expression de notre gratitude.

1^o Espèces européennes.

Leptynia attenuata PANT., de Portugal(*) : mâle et femelle élevés en nombre.

» *hispanica* BOL., d'Espagne et du Midi de la France : femelle seule élevée.

Bacillus gallicus CHARP., de diverses localités françaises et de Portugal : femelle seule élevée.

Bacillus rossii FAB., du Nord de l'Espagne : exemplaires médiocrement fixés, utilisés pour de simples comparaisons de grosse anatomie.

2^o Espèces exotiques.

Menexenus obtusespinosus BR. (in litt.), de Kurseong (Himalaya) : mâle et femelle élevés.

Clitumnus patellifer BAT., même provenance : femelle seule élevée.

Dixippus morosus BR. (in litt.), de Shembaganur (Pulney Hills, Indes orientales) : mâle et femelle élevés, la dernière en nombre.

Cuniculina arrogans et quelques autres espèces de Kurseong et de Shembaganur, reçues fixées.

La plupart de nos espèces exotiques sont inédites; leur description paraîtra dans la grande monographie que M. BRUNNER DE WATTENWYL prépare depuis de longues années. Nous remercions vivement l'illustre orthopédiste d'avoir bien voulu accepter de déterminer ce petit lot d'insectes étrangers.

Nous ne nous étendrons pas sur les conditions d'élevage; cependant, nous croyons utile de signaler quelques particularités sur lesquelles nous n'aurons pas l'occasion de revenir. Les œufs ont été le plus souvent abandonnés à eux-mêmes à la température de notre chambre de travail. Ceux de *Leptynia* s'accommodent parfaitement de ces conditions; les éclosions sont nombreuses en mars-avril et les larves se dégagent parfaitement de la coquille. Ceux de *Bacillus* reçus de Portugal et de *Menexenus* reçus de l'Inde éclosent aussi par centaines, mais les larves se dégagent mal; on n'en sauve qu'une minime proportion.

On a essayé de hâter l'incubation en chauffant. Une température modérée et constante paraît être très favorable à une évolution régulière et rapide : un lot de 150 œufs de *Dixippus morosus* pondus en janvier, mis à l'étuve à 20° en février, sont éclos en avril et les larves se sont très régulièrement libérées (**). Par contre, une température un peu élevée peut être

(*) Nous indiquons ici la provenance de nos exemplaires, sans prétendre fixer l'aire d'habitat.

(**) Cette espèce est très vigoureuse; les éclosions à la température du laboratoire réussissent aussi pour presque tous les œufs.

fatale : nous avons tué des œufs de *Leptynia*, de *Bacillus*, en les chauffant en plein soleil ou en les mettant dans une étuve réglée à 38° (*).

La direction générale de nos recherches sera suffisamment indiquée par l'inspection de la table analytique. Au moment où nous avons entrepris notre travail, nous nous proposons avant tout l'étude des faits biologiques et l'anatomie des organes génitaux, deux questions à peu près neuves alors et qui sont restées des principales. Mais notre but était aussi de recueillir au passage les données relatives à une partie quelconque de l'anatomie de nos espèces qui se présenterait à nous avec un caractère assez marqué de netteté et d'intérêt scientifique.

Il résulte de là que les diverses parties du travail que nous publions sont inégalement développées. Nous avons cru que cet inconvénient serait en partie compensé par l'avantage de les présenter en un tout coordonné.

Les conclusions de notre chapitre VIII sont conformes aux vues de MM. les professeurs GRÉGOIRE et JANSSENS, de l'Université de Louvain; nous avons largement mis à profit les précieuses indications qu'ils nous ont données à ce sujet.

Nous prions M. le professeur GIARD, qui a bien voulu nous aider de ses savants conseils et nous encourager à la publication de ce travail, d'agréer nos plus vifs remerciements. Nous tenons également à remercier M. le professeur CUÉNOT à qui nous sommes redevable de diverses communications très obligeantes.

Vals, près Le Puy, 8 septembre 1901.

(*) La résistance au froid paraît être plus grande : des œufs de *Dixippus* exposés toute une nuit à un froid sec de 5-6 degrés au-dessous de zéro sont éclos quelques mois plus tard et les larves se sont bien libérées.

TABLE ANALYTIQUE.

Introduction	119
------------------------	-----

PREMIÈRE PARTIE.

QUESTIONS BIOLOGIQUES.

A. <i>Parthénogénèse. Détermination du sexe.</i>	
Historique et état de la question	127
Le spermatozoïde est nécessaire pour déterminer l'œuf comme mâle.	128
L'œuf fécondé est-il nécessairement déterminé comme mâle?	130
Conséquences secondaires de l'absence de fécondation chez les femelles de phasmes	130
B. <i>Mues. Stades larvaires.</i>	
Nombre des mues	132
Influence de la température sur la durée des stades larvaires	134
C. <i>Autotomie et régénération.</i>	
1. Autotomie	134
2. Régénération des pattes et des antennes	135
D. <i>Sur la livrée générale et les changements de coloration.</i>	
Modifications normales	136
Influence de la lumière, — mélanisme expérimental	138

DEUXIÈME PARTIE.

ANATOMIE.

Chapitre I. — Questions relatives au tégument et à l'hypoderme.

a) Structure typique de l'hypoderme	139
b) Modifications tenant aux insertions musculaires	140
c) Terminaisons sensorielles.	141
d) Membrane hémostatique	142
e) Glande thoracique.	143

Chapitre II. — Questions relatives à l'appareil digestif.

§ 1. <i>Jabot.</i>	
Critique des expériences de PETRUNKEWITSCH sur les blattes	143
§ 2. <i>Valvule œsophagienne.</i>	
Comparaison avec la disposition typique chez les autres insectes	145

§ 3. <i>Intestin moyen.</i>	
a) Plateau cilié de l'intestin moyen	147
b) Inclusions protéiques dans le noyau des cellules épithéliales du médiintestin .	148
c) Appendices de l'intestin moyen.	149
§ 4. <i>Tubes de Malpighi.</i>	
a) Distinction de deux espèces de tubes.	150
b) Facteurs anatomiques généraux.	153
c) Cellules de SIRODOT	154
d) Contenu des tubes de MALPIGHI	155

Chapitre III. — Appareil circulatoire.

§ 1. <i>Partie abdominale et thoracique du vaisseau dorsal.</i>	
a) Disposition générale, ostioles, muscles aliformes	157
b) Structure; nature de l'intima	158
§ 2. <i>Partie céphalique.</i>	
a) Terminaison du vaisseau dorsal.	161
b) L'appareil de soutien, relations avec le système nerveux viscéral, (prétendus ganglions de la première paire.)	162
Historique	163
Comparaison avec les centres nerveux.	165
Signification probable	168

Chapitre IV. — Appareil respiratoire.

§ 1. <i>Muscles respiratoires</i>	170
§ 2. <i>Trachées</i>	170
§ 3. <i>Système trachéolaire</i>	171
Nature des membranes trachéolaires (membranes conjonctives, <i>Peritonealhüllen</i> des auteurs)	172

Chapitre V. — Formations hémostéatiques.

Sang. — Cellules péricardiales. — Cœnocytes	176
Cellules adipeuses.	177

Chapitre VI. — Appareil génital femelle.

§ 1. <i>Anatomie macroscopique.</i>	
a) Disposition générale de l'ovaire	178
b) Organes annexes de l'appareil génital.	182
c) Développement des organes génitaux externes	183
d) Comparaison avec les autres types	184
§ 2. <i>Anatomie microscopique.</i>	
a) Les gaines ovigères.	
1. Cordon juxtacardial et ligaments suspenseurs.	185
2. Chambre terminale.	187
3. Gaine proprement dite.	
Épithélium	187
Quelques remarques sur le chorion	190
Modifications en relation avec le collage des œufs	190

b) Trompe et oviducte commun	192
c) Organes annexes	192

Chapitre VII. — Appareil génital mâle.

§ 1. Anatomie macroscopique.

a) Historique	194
b) Le testicule d'après l'adulte	195
c) Organes complémentaires.	195
d) Développement des organes génitaux externes	196
e) Comparaison avec les autres types	197

§ 2. Anatomie microscopique.

a) Constitution histologique du testicule	197
Cellules d'enveloppe	199
Conduit d'évacuation	201
b) Canal déférent	203
c) Glandes annexes	204
d) Opercule sous-génital	205

APPENDICE. Homologation du testicule et de l'ovaire	205
---	-----

Chapitre VIII. — Questions spermatogénétiques d'après les principales familles d'orthoptères.

§ 1. Cinèses spermatogoniales.	207
--	-----

§ 2. Cinèses sexuelles.

A. Observations personnelles.

a) Spermatocytes de premier ordre	211
Synapsis	213
Première division longitudinale.	214
Condensation des chromosomes et seconde division longitudinale	215
Misc au fuseau	219
Évolution ultérieure des groupes quaternes	219
b) Spermatocytes de deuxième ordre	228

B. Discussion critique des résultats.

a) Constitution et évolution des groupes quaternes	230
Interprétation du quaterne en croix	231
Critique de l'opinion de Mc CLUNG	234
Les tétrades	237
b) Le chromosome spécial	237
Résumé synthétique des observations personnelles	237
Aperçu critique	238

Conclusions	239
-----------------------	-----

Notes additionnelles	252
--------------------------------	-----

Liste des auteurs cités	255
-----------------------------------	-----

Explication des planches	261
------------------------------------	-----

PREMIÈRE PARTIE.

Questions biologiques.

A. Parthénogénèse. Détermination du sexe.

Historique et état de la question.

L'aptitude des phasmes à la reproduction parthénogénétique accidentelle a été constatée dans ces dernières années par divers observateurs et chez diverses espèces. Les premières publications sur ce sujet, dues à M. l'abbé DOMINIQUE, se rapportent au *Bacillus gallicus*. D'après une note récente (99), où le même naturaliste fait la mise au point de la question en tenant compte à la fois des publications proprement dites et des communications privées venues à sa connaissance, les résultats acquis jusqu'en 1899 seraient les suivants :

1° Des pontes parthénogénétiques ont été constatées chez tous les phasmes dont l'élevage a pu être mené à bien :

Bacillus gallicus CHARP. (Observ. : DOMINIQUE et ses élèves, les frères H. et TH. PIEL DE CHURCHEVILLE à Nantes) (*);

Bacillus gallicus var. *occidentalis* BOL. (Observ. : CHAVÈS aux Açores);

Bacillus rossii FABR. (Observ. : KRAUSS à Tübingen);

Leptynia hispanica BOL. (Observ. : PANTEL à Uclès, Espagne);

Cyphocrania (Eurycnema) herculeana CHARP. (Observ. : WOLF VON WUELFING à Batavia).

2° Dans tous les cas où le sort définitif des œufs a pu être suivi, la parthénogénèse s'est montrée accompagnée de thélytokie :

Bacillus gallicus (DOMINIQUE, H. et Th. PIEL DE CHURCHEVILLE);

(*) On peut voir dans une note ultérieure — *Additions et annotations au catalogue des orthoptères de la Loire-Inférieure* (Bull. Soc. sc. nat. Ouest, t. X, 1900, p. 74), — que les résultats publiés par DOMINIQUE sur la parthénogénèse et la thélytokie sont le fruit de ses observations personnelles et de celles faites en commun avec ses élèves en entomologie. C'est à cette collaboration qu'il faut rattacher une note de FRANÇOIS (Bull. Soc. entom. Fr., 99, p. 398) et une autre des frères PIEL (*Miscellanea entomologica*, vol. VIII, 1900).

Bacillus rossii (HEYMONS?) (*);

Cyphocrania herculeana (v. WUELFING).

Ces résultats sont très catégoriques en eux-mêmes et au premier abord ils semblent établir que la thélytokie est bien liée à l'absence de fécondation chez les phasmes. Pourtant, en tenant compte du caractère particulier des espèces énumérées, il nous a paru que cette conclusion ne découlait pas nécessairement des faits.

Bacillus gallicus est une espèce assez commune dans certaines localités; malgré cela on n'en connaît pas le mâle, si bien qu'il est douteux pour les orthoptéristes qu'il existe; de ce que des femelles de cette espèce, séquestrées à l'état de larve et élevées jusqu'à la ponte, ne procréent que des femelles, on ne peut pas conclure qu'elles se comportent autrement que les femelles libres; la thélytokie peut être liée à l'absence de fécondation, mais on n'en a pas la preuve.

La même remarque s'applique à l'espèce malaise, dont le mâle est introuvable. Pour *Bacillus rossii*, il existe des mâles, il est vrai, mais en petit nombre, et d'ailleurs il est douteux que les observations relatives à cette espèce, rappelées dans l'historique, se rapportent à des pontes parthénogénétiques.

En somme, les observations que nous venons de passer en revue ne tranchent pas la question de savoir si le spermatozoïde intervient dans la détermination du sexe chez les phasmes. Notre matériel nous a paru de nature à fournir une solution plus rigoureuse.

Le spermatozoïde est nécessaire pour déterminer l'œuf comme mâle.

Bien que nous ayons obtenu des pontes parthénogénétiques de toutes les espèces élevées : *Leptynia attenuata* et *hispanica*, *Bacillus gallicus*, *Menexenus obtus spinosus*, *Dixippus morosus*, *Clitumnus patellifer*, nous nous appuierons uniquement sur la première, les résultats fournis par les autres étant passibles des mêmes critiques que ceux de nos devanciers, ou étant jusqu'ici trop incomplets.

Le *Leptynia attenuata* est en observation depuis 1898. Tous les ans, depuis cette date, des pontes parthénogénétiques ont été recueillies et

(*) D'après DOMINIQUE, HEYMONS aurait observé chez *Bacillus rossii* une moyenne de 1 mâle pour 20 femelles, ce qui irait à l'encontre de la thélytokie; mais nous avons déjà fait remarquer dans une communication préliminaire (1900) que HEYMONS ne dit pas s'il a établi sa moyenne sur des pontes de femelles libres ou de femelles séquestrées; en réalité, cet auteur ne semble pas s'être occupé de la parthénogénèse.

isolées avec soin. Le tableau suivant en fait connaître le sort jusqu'en mai 1901 :

Nombre approximatif des œufs mis en observation	Année de la ponte	Éclosions en 1899	Éclosions en 1900	Éclosions en 1901
95	1898	0	1 femelle	0
150	1899		9 femelles	2 femelles
150	1900			1 femelle

Le premier résultat qu'il convient de souligner, c'est que *toutes* les larves écloses d'œufs parthénogénétiques sont des femelles. Or, si nous avions affaire à des éclosions de pontes libres, nos statistiques nous ont montré qu'au lieu de 100 o/o de femelles, il y en aurait seulement 35 o/o environ.

Notre journal d'observations contient jour par jour le chiffre total des éclosions pendant près d'un mois et le résultat de leur diagnostic sexuel; ce chiffre varie de 1 à 15 et quelquefois il est fourni exclusivement par des mâles, jamais exclusivement par des femelles.

Voici d'ailleurs, à titre d'exemple, les résultats des premiers jours :

23 avril 1900	éclosions 14	mâles 9	femelles 5
24 » »	» 15	» 8	» 7
25 » »	» 5	» 2	» 3
26 » »	» 14	» 8	» 6

On peut donc conclure, malgré le nombre restreint des éclosions observées, que la parthénogénèse des phasmes est thélytoque, ou que le spermatozoïde est nécessaire pour déterminer l'œuf à évoluer en mâle (*).

(*) Les lignes précédentes ne sont guère que la reproduction d'une communication préliminaire à la Société entomologique de France (9 mai 1900). A cette date, nous ne soupçonnions pas que des observations dans le même sens étaient poursuivies par THURAU sur le *Bacillus rossii*. C'est seulement au moment de livrer notre manuscrit, que nous avons pu prendre connaissance de la communication de cet observateur, publiée sans titre dans le « Berliner entomologische Zeitschrift » (98, Sitz. Oct.), qui contient, sommairement énoncée, la preuve de la thélytokie.

Nous reproduisons intégralement cette note, à la fois pour reconnaître la priorité de l'auteur et pour justifier le maintien intégral de notre rédaction : « berichtet Herr THURAU über parthenogenetische Fortpflanzung einer aus Bulgarien bezogenen Stabheuschrecke, *Phasma rossica* (sic). Bei den ersten Versuch waren Drohnen vorhanden, und die Zucht ergab beide Geschlechter. Nachdem dann die Drohnen ausgeschaltet wurden, ergab die Zucht nur Weibchen ».

L'œuf fécondé est-il nécessairement déterminé comme mâle?

Par ce qui précède, le cas des phasmes s'annonce comme inverse de celui des abeilles. Peut-on serrer davantage le rapprochement et dire que les femelles procréées par des mères libres sont en réalité parthénogénétiques, soit que la mère n'ait pas eu de rapports avec un mâle, soit que le réceptacle du sperme ne se soit pas ouvert au-dessus de l'œuf, au moment de la ponte? Cela est très vraisemblable, vu surtout l'extrême rareté des mâles dans un grand nombre d'espèces.

A défaut d'expériences parallèles à celles qui ont été réalisées chez les abeilles (DZIERZON, BERLEPSCH, SIEBOLD, cités par CUÉNOT, 1900, p. 469) et qui seules pourraient fournir une preuve péremptoire, on pourrait peut-être appuyer cette conjecture sur une particularité assez singulière, empruntée à l'histoire biologique de *Leptynia hispanica*.

Au rapport du P. PANTEL, à qui cette espèce a été très familière pendant son long séjour en Espagne, il arrive qu'après n'avoir trouvé que des femelles pendant plusieurs années, on rencontre un beau jour 10-20 mâles à l'état de larve, sur un même buisson. Évidemment, ces mâles proviennent d'une mère unique, dont les pontes se sont effectuées à peu près au même endroit, et dès lors on incline à supposer que si cette mère a procréé des mâles, au lieu de procréer des femelles, comme l'immense majorité des autres, c'est que seule elle avait été fécondée et qu'elle a pu laisser couler le sperme sur toute ou presque toute sa ponte.

Conséquences secondaires de l'absence de fécondation chez les femelles de phasmes.

Outre le fait de la thélytokie, il faut relever dans le tableau que nous avons donné ci-dessus la faible proportion — à peine plus de 3 o/o — et le retard des éclosions parthénogénétiques.

Cette dernière circonstance perd beaucoup de son intérêt, si l'on remarque qu'elle peut exister aussi pour les œufs quelconques. Les pontes annuelles que nous avons surveillées jusqu'ici se sont partagées en plusieurs lots : un premier lot — généralement le plus important — qui éclot au bout d'un an, un second qui éclot au bout de deux ou même de trois ans (ou plus?), un troisième qui se dessèche.

L'abaissement du taux des éclosions, du seul fait de la non-fécondation, nous paraît plus digne de remarque. Il ne semble pas se produire chez les espèces telles que *Bacillus gallicus* que l'absence ou la rareté des

mâles condamne à la parthénogénèse normale ou quasi normale. Chez *Leptynia attenuata*, au contraire, il est très marqué.

A cela, il faut joindre une réduction de la ponte globale pour les femelles parthénogénétiques de cette même espèce, comme en témoigne le tableau ci-joint :

	Moyenne de la ponte	Chiffres extrêmes
<i>Leptynia attenuata</i> séquestrées	17 œufs	1 - 46
» » élevées avec un mâle	48 »	40 - 63

Les moyennes ont été établies d'après 15 pondeuses pour les femelles parthénogénétiques, d'après 6 pour les femelles fécondées. Les conditions de température et d'alimentation ont été identiques.

A l'autopsie des femelles parthénogénétiques, on trouve un assez grand nombre d'œufs mûrs descendus dans les trompes ou même dans l'utérus, quelquefois pressés les uns contre les autres et distendant l'organe, comme si leur évacuation avait manqué d'un excitant, ou avait présenté des difficultés spéciales. Dans les mêmes conditions, les femelles fécondées ne renferment qu'un très petit nombre d'œufs mûrs dans les gaines et dans les trompes ou exceptionnellement dans l'utérus.

Nous nous bornons à exposer ces faits, sans en discuter la signification, estimant qu'il convient avant tout de les soumettre au contrôle du temps. Déjà nos élevages nous ont laissé voir une telle variabilité dans les circonstances de tout ordre, que cette réserve nous est imposée.

B. Mues. Stades larvaires.

En général, on reconnaît qu'une mue se prépare à l'état de distension et à l'éclat de la cuticule : les formes s'arrondissent, les plis latéraux de l'abdomen s'effacent et la peau prend une matité particulière (peau vieille). Un à trois jours avant le phénomène, l'insecte cesse de manger et se vide. Immédiatement après, il est brillant, svelte, mal rempli et toujours sensiblement plus grand dans toutes ses parties (*).

(*) Notre intention n'est pas de nous arrêter au phénomène de la mue, étudié si souvent chez les phasmes et dont s'occupe encore un des derniers travaux parus sur ces insectes (GODELMANN,

Grâce à ces diverses circonstances, il est possible de surveiller les mues successives avec assez de précision et de les compter. Voici les chiffres relatifs aux espèces que nous avons suivies à cet égard :

Espèces observées	Nombre de mues	Durée du développ.	Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV	Stade V	Stade VI	Stade VII
<i>Leptynia hispanica</i>	4	85 ^(*)	32	22	16	15			
» <i>attenuata</i>	4	79	32	16	15	16			
<i>Bacillus gallicus</i>	4	94	36	28	17	13			
<i>Menexenus obtusispinosus</i> n° 1 . .	4	101	27	18	23	33			
» » n° 2 . .	5	106	29	20	18	14	25		
<i>Dixippus morosus</i> n° 1	5	87	20	11	12	20	24		
» » n° 2	6	115	20	25	14	20	18	18	
<i>Clitumnus patellifer</i>	7	136	20	16	12	15	18	23	32

Ces chiffres ne sont pas des moyennes, nous jugeons inutile d'en donner ; ce sont des notes prises au hasard dans le journal d'observations, destinées à donner une simple approximation. La durée du développement global et de ses stades successifs est trop variable avec les conditions de milieu, pour qu'on puisse attribuer aux relevés de ce genre une autre signification.

Quelques remarques néanmoins se dégagent de ce tableau.

Le nombre des mues varie avec les espèces, probablement dans une assez large mesure. MURRAY (56) parle de 3 mues seulement pour les *Phyl-*

1901). Nous signalerons seulement quelques particularités qui ne semblent pas avoir attiré l'attention des observateurs.

a) Le clivage qui isole la cuticule à exuvier semble devoir se rattacher à une sécrétion due exclusivement, au moins chez les diptères, aux cellules hypodermiques banales (PANTEL, 98, p. 190). Nous avons eu l'occasion de constater chez les phasmes l'existence d'une semblable sécrétion qui soulève la vieille cuticule et détermine son changement de teinte. Lorsqu'on fixe un animal saisi dans l'acte de cette sécrétion, le liquide endolymphatique se retrouve entre les deux feuillets, sous la forme d'un coagulum granuleux assez abondant.

b) On sait que les pattes de l'insecte, soit au moment de sortir de l'œuf, à l'éclosion, soit quand elles se dégagent de la vieille cuticule, dans une mue, sont souples et déformables. Chez les phasmes, la fixation dans la forme définitive doit être rapportée pour une très grande part à des efforts de traction que l'animal exerce suivant l'axe du membre, après avoir pris un solide point d'appui au moyen des crochets du tarse. Plusieurs circonstances de détail montrent que cet acte est l'analogue du défroncement des ailes chez un papillon ou une mouche, et de même que celui-ci, il peut être différé et précédé d'une période d'agitation ou de déplacements, jusqu'à ce que l'animal ait trouvé un support à son gré.

(*) Les durées du développement global et des divers stades sont exprimées en jours.

lium et nous obtenons nous-même quatre chiffres différents sur six espèces observées. Il ne serait donc pas exact de dire que les phasmes ont en général 8 mues (*) (FRÉDÉRICQ, Rev. gén. des Sc., 99, p. 163, d'après les travaux de BORDAGE).

Le nombre des mues est-il fixe pour une même espèce? Nous n'avons jusqu'ici aucune raison d'en douter pour *Leptynia attenuata*, l'espèce européenne que nous avons suivie avec le plus de soin. Le nombre d'observations que nous avons sur *Bacillus gallicus* ne nous permet aucune affirmation catégorique. Quant aux espèces asiatiques, nous devons en signaler deux qui nous ont fourni chacune deux chiffres différents : 4 et 5 (*Menexenus obtus spinosus*), 5 et 6 (*Dixippus morosus*). Il nous paraît difficile d'expliquer la différence des chiffres par l'existence d'une mue non remarquée, à cause de circonstances particulières qui resteraient alors inexplicables. Chez *Menexenus*, par exemple, les deux individus qui n'ont présenté que 4 mues, deux mâles, ont eu un développement dont la durée globale a été normale aussi bien que celle des premiers stades; par contre, les deux derniers stades, surtout le dernier, se sont prolongés sensiblement, comme il ressort du tableau ci-dessus où les chiffres relatifs à l'un de ces insectes — *Menexenus* n° 1 — sont rapprochés de ceux relatifs à un autre mâle, né le même jour, gardé dans les mêmes conditions et ayant eu 5 mues.

Il faut ajouter que dès le stade IV ces mâles à mues réduites se sont montrés en avance sur les témoins par une apparition plus précoce des formes définitives : lobes cerciformes du X^{me} segment plus saillants, plaque sous-génitale plus convexe, dimensions générales plus grandes.

Le stade I est toujours plus prolongé que les intermédiaires, lesquels sont sensiblement de même durée; le dernier peut être de même durée que les précédents ou plus long. Chez *Menexenus obtus spinosus*, nous venons de voir ce dernier stade se prolonger très sensiblement dans les cas de mues réduites; dans un autre individu de la même espèce, de mues non réduites, qui a été saisi au stade *instar* par les froids de l'arrière-saison, ce même stade s'est prolongé durant deux mois et il est probable que le retard aurait été encore plus marqué, si l'insecte n'avait pas été transporté dans un local plus chaud.

(*) C'est très justement que GODELMANN (1901, p. 267) rejette comme général le nombre huit. Antérieurement à sa publication, nous avions nous-même publié une notice préliminaire dans laquelle nous fixions à 4 le nombre des mues de *Leptynia attenuata* (1900).

La rapidité du développement est en effet dans une dépendance très étroite vis-à-vis de la température, comme d'ailleurs l'activité et la vivacité générale de l'insecte. Les individus élevés à l'étuve sont plus remuants et se développent incomparablement plus vite que ceux abandonnés à la température du laboratoire. Voici des chiffres comparatifs (durées en jours) concernant des insectes de même âge.

		Développ. global	Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV
<i>Leptynia attenuata</i> (femelles écloses le 2 mai 1899)	n° 1, à l'étuve à 30°	63	27	5	5	26
	n° 2, témoin . . .	79	32	16	15	16

Dans cette expérience, l'accélération n'a point porté également sur tous les stades : tandis que le 1^{er} a été peu abrégé, les deux intermédiaires l'ont été beaucoup et le dernier a été par contre prolongé. Cette circonstance serait intéressante, mais elle demanderait à être confirmée.

C. Autotomie et régénération.

1. Autotomie.

L'autotomie des pattes a été étudiée chez les phasmes successivement par BORDAGE (98) et par GODELMANN (1901). Nous avons eu nous-même de fréquentes occasions de constater des cas d'autotomie, soit évulsive, soit exuviale, spontanés ou provoqués. Nous remarquerons en passant que toutes les espèces sont loin de se comporter de la même manière. Tandis que chez le plus grand nombre le réflexe autotomique est déterminé avec une extrême facilité par les excitants les plus variés, il en est d'autres, telles que *Dixippus morosus*, chez lesquelles on ne le provoque que plus difficilement. Il est à noter que cette espèce, d'une grande rusticité, emprunte sa principale protection à d'autres moyens. Sans parler des changements de couleur, sur lesquels nous reviendrons plus loin, elle se dissimule aisément et prend l'aspect d'une brindille morte en étendant les pattes et les collant contre le corps, de telle sorte que les pattes antérieures et moyennes soient dirigées en avant, les postérieures en arrière. Cette attitude persiste des heures, l'animal gisant à terre, ou étant suspendu, soit verticalement par les crochets antérieurs, soit horizontalement, comme un hamac, par les crochets antérieurs et postérieurs.

Les observateurs qui se sont occupés du phénomène de l'autotomie ont remarqué depuis longtemps qu'il n'entraîne pas d'hémorragie. L'explication de cette circonstance a été donnée pour les crustacés par FRENZEL (85) et WIREN (96), qui ont décrit à la partie distale du basipodite une membrane obturatrice. Ayant nous-même rencontré dans nos coupes des images fort semblables à celles de WIREN, nous avons cru pouvoir admettre chez les phasmes l'existence d'une formation analogue. Nos dessins relatifs à cette disposition anatomique étaient déjà gravés, lorsque nous avons pu nous rendre compte que GODELMANN, sans s'inspirer du rapprochement qui nous a servi de point de départ, était arrivé à la même conclusion.

2. Régénération.

Les particularités de la régénération des membres chez les phasmides ont été observées avec détail par les auteurs qui se sont occupés de l'autotomie chez ces insectes. Nous n'avons pas d'observations bien nouvelles à présenter sur ce sujet. Notons cependant que le moignon de régénération est de forme très variable : hélicoïdal chez *Clitumnus* comme chez les espèces étudiées par BORDAGE, renversé en manière d'hélice plate chez *Menexenus*, ou simplement rectiligne chez *Bacillus*, *Leptynia*.

L'hypotypie est la loi générale pour les tarsi régénérés. Nous avons pourtant, comme GODELMANN, observé des cas de tarsi pentamères.

Nos observations sur les pattes regardent uniquement la régénération consécutive à l'autotomie. Nous avons étudié également la régénération des autres appendices après résection expérimentale.

Si l'on coupe l'extrémité d'une antenne à une larve, à la mue suivante l'appendice entier sera ordinairement sacrifié par autotomie exuviale; seul l'article basilaire demeure. Après une nouvelle mue, on verra apparaître une petite antenne formée de deux ou trois articles, dont l'ensemble ne dépassera pas la longueur d'un palpe labial. Il est remarquable que les proportions de l'article basilaire sont modifiées; il devient beaucoup plus court.

Voici le relevé de quelques expériences.

1. L'antenne gauche d'un *Leptynia* mâle, au stade III, est complètement amputée. Après la quatrième mue, on observe une petite antenne de quatre articles; l'article basilaire est moitié plus court que dans l'antenne normale, tandis que le deuxième est deux fois plus long que son correspondant.

2. L'antenne gauche d'un *Leptynia* femelle est excisée dès la sortie de l'œuf, au-dessus de l'article basilaire. Il y a autotomie des deux antennes à la première mue.

A la deuxième mue, la régénération commence. Après la dernière, les deux appendices se sont montrés inégalement conformés : le gauche était plus irrégulier, de quatre articles; le droit plus régulier, mais de trois articles.

3. Les deux antennes sont amputées dès la sortie de l'œuf à une larve de *Leptynia att.* mâle. A la troisième mue, les moignons régénérés ont la longueur d'un palpe maxillaire. A la dernière, les deux antennes régénérées se montrent dissemblables, bien qu'elles aient subi le même traitement : l'une est plus forte et formée de trois articles; l'autre, un peu plus grêle, n'en a que deux.

D. Sur la livrée générale et les changements de coloration.

La couleur générale du tégument est extrêmement variable chez les phasmides, comme d'ailleurs chez la plupart des orthoptères qui vivent sur des végétaux. Pour ne parler que des espèces que nous avons eu l'occasion d'observer nous-même, ou que nous avons reçues en nombre pour nos recherches, on peut énoncer comme un fait très général que chez *Leptynia attenuata* et *Leptynia hispanica*, comme chez *Bacillus gallicus*, la plupart des individus capturés en pleine campagne sont verts, quelques-uns gris-cendré, d'autres ferrugineux et d'autres jaune paille. De plus, quelques femelles de *Leptynia attenuata* offrent une large bande dorsale d'un rouge chair plus ou moins vif (*).

Autant la coloration de l'imago se montre variable, autant celle de la jeune larve nous a paru constante : vert pomme chez *Bacillus gallicus*, *Leptynia hispanica*, jaune brun, clair ou verdâtre chez *Leptynia attenuata*, brun jaunâtre chez *Clitumnus patellifer*, brun très sombre saupoudré de taches claires chez *Menexenus obtusespinosus*, fuligineux presque uniforme chez *Dixippus morosus*.

Le simple rapprochement de ces faits oblige à admettre que des modifications surviennent au cours du développement larvaire ou même au stade imago.

Quelques-unes de ces modifications sont normales; c'est ainsi que tous les *Leptynia attenuata*, jaunes à la naissance, passent graduellement à la teinte verte pendant le premier stade; d'autres se présentent avec les caractères d'un phénomène exceptionnel, comme lorsque, parmi les exemplaires devenus verts, quelques-uns prennent plus tard une teinte différente.

(*) Il faut encore mentionner les deux bandes étroites, blanc de lait, qui longent les flancs dans la plupart des femelles, et des différences secondaires de teinte qui distinguent toujours les mâles, au moins aux derniers stades.

Nous avons cherché à préciser quelques-unes des conditions de ces changements, de manière à définir les parts respectives des influences extérieures et de l'hérédité.

Les actions extérieures interviennent à coup sûr, comme le démontrent les circonstances de capture. Aux environs d'Uclès, où abonde le *Leptynia hispanica*, c'est sur les plantes vertes que l'on trouve les individus verts (très généralement), tandis que les individus cendrés se rencontreront sur un arbuste desséché et les jaunes sur les graminées mortes.

Mais ces influences du milieu ne sont pas inéluctablement efficaces. Sur un lot d'individus de même âge, de même couleur au début, nourris sur les mêmes rameaux, on voit tôt ou tard des différences se produire, le plus grand nombre demeurant verts, tandis que quelques-uns prennent d'autres teintes.

Ces remarques faites, nous relaterons nos principales expériences sur ce sujet, en y ajoutant les conclusions qui s'en dégagent.

Expérience I. Le 24 avril 1900, un lot de cinq *Leptynia attenuata*, nés du jour, est installé sur des rameaux de genêt très verts et on aura soin de ne leur donner jusqu'à la fin que des rameaux semblables, exempts de brindilles sèches.

30 juin : trois survivent et sont bien verts, un mâle et deux femelles.

14 juillet : le mâle tourne au brun.

21 juillet : les trois viennent de faire la dernière mue; le mâle est brun, les femelles sont vertes.

25 juillet : une des femelles devient rose pâle, l'autre prend une fascie dorsale couleur chair.

Les changements sont en général graduels. Il y en a aussi de brusques, qui s'observent soit au moment même d'une mue, soit à une époque quelconque et sans raison assignable du côté du milieu. C'est ainsi que nous avons vu deux vieilles femelles de *Leptynia attenuata* passer en moins de trois jours de la teinte vert pomme à la teinte paille.

Parmi les influences de milieu, nous avons cherché à étudier celle de la lumière. La plupart des espèces y paraissent peu sensibles.

Expérience II. Un lot de *Leptynia attenuata* est installé dès la sortie de l'œuf dans une boîte à parois opaques et on s'astreint à ne leur laisser voir le jour que deux ou trois fois la semaine, le temps de renouveler les branches de genêt; l'expérience est poursuivie jusqu'à la dernière mue; toutes choses se succèdent comme pour les individus qui vivent à la pleine lumière : même virage initial du jaune au vert bleuâtre et même modification ultérieure pour les mâles du vert tendre au vert olive. Il n'y a pas eu d'individus gris.

Expérience III. Un autre lot est mis dès la naissance et gardé jusqu'à la fin sous verre rouge. Il n'y a eu aucune différence appréciable par rapport aux individus témoins.

Si l'obscurité ou les radiations rouges sont inefficaces pour provoquer l'apparition d'une teinte sombre chez des *Leptynia* verts, l'action de la pleine lumière combinée avec la vie sur des rameaux verts ne l'est pas davantage pour ramener au vert une teinte sombre. Nous avons vu plusieurs fois des individus bruns rester tels dans ces conditions.

Voici maintenant des faits relatifs au *Dixippus morosus*, qui s'est montré sensible à l'action de la lumière.

Expérience IV. Un lot d'une douzaine de larves prises le jour de l'éclosion est élevé à l'obscurité — comme expérience II —; au voisinage de la troisième mue, la moitié environ des exemplaires prend une teinte plus sombre, successivement brun clair, brun chocolat, qui aboutit finalement au *noir franc*. La valeur démonstrative de l'observation ressort du fait que ces teintes sombres ne se sont jamais montrées dans les cages où nous élevions en même temps à la pleine lumière des centaines de *Dixippus*.

Un lot contemporain élevé sous verre rouge a fourni exactement les mêmes résultats que celui qui a été élevé à l'obscurité. Nous nous proposons d'étudier plus tard l'influence des autres radiations, spécialement de celles de faible longueur d'onde, comme aussi l'état des cellules pigmentaires qui peut correspondre aux variations de teinte.

Expérience V. Un individu noir du lot précédent est mis dans une cage éclairée. Après cinq ou six jours, il montre déjà des indices manifestes d'un retour à la teinte ordinaire et tout fait supposer qu'il pâlera complètement.

D'autres observations qu'il nous reste à signaler sur *Dixippus* semblent indiquer que ces changements peuvent être rapides et périodiques.

Expérience VI. Deux individus étaient élevés dans une boîte entièrement en bois, mais fermant mal. Presque toutes les fois qu'ils ont été visités vers le milieu du jour, leur teinte générale était le jaune clair; à la tombée de la nuit, elle faisait place au brun chocolat et cette couleur se maintenait vraisemblablement toute la nuit, car nous l'avons souvent retrouvée aux premières heures du jour.

Les expériences jusqu'ici exposées permettent d'apprécier les actions de milieu; nous avons cherché à préciser également la part qui peut revenir à l'hérédité.

Expérience VII. Une femelle de *Leptynia attenuata* ayant une large bande dorsale couleur chair avait été associée en 1899 avec un mâle brun: à l'éclosion (avril 1900),

les jeunes larves provenant de ce couple ont offert la coloration ordinaire; finalement, il n'a survécu que deux mâles qui sont devenus bruns et une femelle verte qui a pris la bande rosée maternelle.

Expérience VIII. En juillet 1900, une femelle de *Leptynia attenuata* de couleur cendrée a été associée dès sa quatrième mue à un mâle gris; puis celui-ci étant mort, on l'a remplacé par un mâle olive; la ponte globale a été de 44 œufs, dont 21 sont éclos en avril 1901 (14 mâles et 7 femelles): toutes les jeunes larves ont montré la coloration ordinaire à l'éclosion et au moment où nous écrivons ces lignes, 5 septembre 1901, les deux femelles survivantes, depuis longtemps adultes, sont vert clair.

D'après l'expérience VII, ce sont des caractères paternels ou maternels accessoires qui peuvent être transmis; d'après l'expérience VIII, c'est plutôt un fond général que l'on pourrait appeler typique. Dans ce dernier cas, ce sera par l'influence du milieu ou par l'atavisme que s'expliqueront les variations éventuelles (*).

DEUXIÈME PARTIE.

Anatomie.

CHAPITRE PREMIER.

Questions relatives au tégument et à l'hypoderme.

a) *Structure typique de l'hypoderme.*

L'hypoderme est constitué, chez les phasmes comme chez les autres orthoptères, par deux sortes de cellules: les unes, cellules hypodermiques proprement dites, forment la matrice chitinogène de la cuticule et renferment les granules pigmentaires qui contribuent à donner sa couleur à la peau de l'insecte; les autres sont les œnocytes, cellules spéciales à fonction probablement excrétrice et sur lesquelles nous reviendrons en parlant des formations hématostéatiques.

(*) La coloration fondamentale des larves de *Bacillus rossii* et ses variations ultérieures ont été signalées par NAPOLEON KHEIL (1900). Le même observateur, qui donne plusieurs détails intéressants sur la biologie de cette espèce, s'est occupé notamment de la numération des mues et il est arrivé au même chiffre (5) que GODELMANN.

Ces deux sortes de cellules se distinguent déjà dans la coupe d'ensemble dessinée FIG. 1, mais le détail, FIG. 2, exécuté à un plus fort grossissement, montre mieux leurs relations respectives.

Les granules pigmentaires renfermés dans les cellules hypodermiques sont localisés du côté de la membrane basale et remontent en trainées grêles vers la cuticule. Dans la très jeune larve, une disposition inverse de ces granules est à signaler; ils sont logés immédiatement au-dessous de la couche chitineuse.

Sans nous attarder à une description de la cuticule qui n'offre rien de bien particulier et sans entrer dans plus de détails au sujet des caractères généraux de l'hypoderme, nous réunirons ici quelques données relatives à des modifications locales de structure qui résultent, soit de l'adjonction de nouveaux facteurs anatomiques, soit d'une modification des facteurs ordinaires.

b) *Modifications tenant aux insertions musculaires.*

Contrairement aux idées de WEISMANN et de VALLANES, d'après lesquels les muscles du corps seraient insérés sur les cellules hypodermiques chez les diptères, divers auteurs, entre autres PANTEL (98) et HECHT (99), pour ne citer que les plus récents, ont montré qu'il peut y avoir insertion cuticulaire, les fibrilles contractiles se frayant un passage entre les cellules hypodermiques pour aller prendre attache sur la cuticule, par une partie modifiée en tendon.

C'est cette dernière disposition que nous avons rencontrée chez les phasmes. La FIG. 3 en montre un cas bien net; on suit sans interruption les fibrilles musculaires jusqu'à leur arrivée à la cuticule et elles prennent d'ailleurs dans les colorations une teinte toute différente de celle des cellules hypodermiques.

Il ne faudrait pourtant pas généraliser d'une manière trop absolue ce mode d'insertion. Nous avons trouvé dans des coupes de jeunes *Periplaneta australasica* des aspects qui s'interprètent au contraire dans l'hypothèse de WEISMANN. Mais - - et c'est ce qui explique le développement accordé par nous à cette digression — ces insertions hypodermiques se sont présentées avec certaines particularités non signalées par les auteurs et qui méritent quelque attention. La FIG. 4 peut nous permettre d'en juger.

Les muscles, dans lesquels une fibrillation longitudinale a succédé à la striation transversale, s'arrêtent pour ainsi dire assez brusquement à la

hauteur de la membrane basale hypodermique et l'on ne trouve plus au-dessus pour leur faire suite que des cellules allongées, nucléées, écartées les unes des autres, prenant dans les colorations une teinte bien différente de celle des muscles et qui ne sont autres que les cellules hypodermiques.

Bien que leur identification comme éléments de l'hypoderme soit indubitable, ces cellules sont assez profondément modifiées. Outre qu'elles sont allongées et qu'elles se disjoignent facilement sous l'effort de traction exercé par les muscles durant la fixation, on y voit un réticulum vigoureux à mailles longitudinales, que l'on pourrait presque aussi bien envisager comme une fibrillation. La mise en rapport est très intime avec l'élément musculaire d'un côté et de l'autre avec la cuticule, qui est rugueuse à leur niveau, tandis qu'elle est lisse là où elle recouvre des cellules hypodermiques ordinaires.

Toutes ces particularités ne peuvent guère s'interpréter, croyons-nous, qu'en admettant une modification structurale analogue à celle que subit le cytoplasme partout où il est soumis à des efforts de traction dans un sens déterminé, seulement ces modifications seraient plus profondes ici et retentiraient jusqu'à la cuticule; elles iraient jusqu'à transformer la cellule en un véritable tendon.

Il y aurait, il est vrai, une autre interprétation possible, à savoir que les fibrilles musculaires perforent la membrane basale pour pénétrer dans la cellule hypodermique et aller par cette voie intracellulaire prendre insertion sur la cuticule. Cette dernière hypothèse ne serait pas plus inadmissible cytologiquement que celle de la percurrence de fibres nerveuses à travers des cellules étrangères, telle qu'on l'admet dans toute une école de neurologie. Mais les faits que nous possédons ne permettent pas de l'appuyer sérieusement; malgré la soudure très intime qui se remarque entre la cellule musculaire et la cellule hypodermique, on est loin de constater une correspondance exacte entre les trabécules de celle-ci et les fibrilles de celle-là, c'est même plutôt une discordance que nous avons cru remarquer.

c) *Terminaisons sensorielles.*

Les terminaisons sensorielles n'ont pas été de notre part l'objet d'une étude spéciale, celles qui se sont rencontrées dans nos coupes nous ayant paru d'un type souvent décrit.

Nous signalerons seulement l'existence, sur le trochanter et le fémur de toutes les pattes, de plages ou écussons sensoriels nettement distincts,

portant un groupe de petites aréoles à contour plus foncé que le fond général et en nombre relativement constant — cinq ou six aréoles par écusson.

La face antérieure de la hanche, FIG. 5, *A*, est munie d'une paire de semblables écussons.

Sur la face postérieure de la même pièce, il y a un seul écusson porifère, mais un second se voit sur le fémur, FIG. 5, *B*. L'aspect des aréoles est absolument celui des *Porencanälen* que GRABER (82) et VOM RATH (95 *b*) considèrent comme les terminaisons caractéristiques des organes chordotonaux. Les coupes ne nous ont rien donné qui soit contraire à cette hypothèse; il est même très vraisemblable que nous avons rencontré ces organes, mais l'étude de matériaux frais devra être reprise, car les détails des terminaisons scolopales ne peuvent que bien exceptionnellement apparaître dans des coupes.

d) *Membrane hémostatique.*

Cette formation faisant l'objet principal du mémoire de GODELMANN, (1901), nous n'avons plus de raison d'insister sur des images qui rappellent celles de cet auteur (rapprocher nos FIG. 6 et 7 de ses figures 3 et 5). Un seul détail complémentaire nous arrêtera quelques instants.

L'observateur de Leipzig ne s'explique pas sur la nature des éléments constitutifs du diaphragme obturateur. Nous croyons pouvoir les considérer comme des cellules hypodermiques modifiées, allongées radialement et dont quelques-unes ont perdu toute relation avec la cuticule pour se mettre en rapport avec la trachée axiale. Cette interprétation nous paraît d'ailleurs implicitement indiquée dans les figures citées, qui rendent encore mieux que les nôtres l'aspect que nous avons eu sous les yeux. Elle ne suppose, dans les éléments de l'hypoderme, que leur aptitude bien connue à s'allonger et à s'écarter les uns des autres (voir par exemple PAVLOVA, 95, fig. 38). Elle s'impose d'ailleurs par exclusion, vu qu'à ce niveau les cellules hypodermiques banales manquent complètement.

GRABER (74) semble avoir rencontré une formation analogue qu'il a décrite comme tissu fibrilloïde suspenseur des trachées. La figure qu'il en donne rappelle beaucoup celles de GODELMANN et les nôtres. Son interprétation ne saurait être maintenue — la trachée ne demandant pas plus à être soutenue à ce niveau qu'à tout autre — et il est à croire qu'elle n'aurait pas été proposée, si l'attention de l'auteur s'était portée sur les phénomènes d'autotomie.

e) *Glande thoracique.*

Parmi les dépendances du tégument, il convient de compter les glandes thoraciques. Ces deux invaginations hypodermiques, situées latéralement à la partie antérieure du protergum, signalées par HEYMONS chez *Bacillus rossii*, se sont présentées chez tous les phasmes que nous avons disséqués. Nous donnons, FIG. 8, une coupe longitudinale de l'une d'elles d'après *Lep-tynia attenuata*. On remarquera la forte musculature qui recouvre la poche. Cette disposition est donc différente de celle des *Stinckdrüsen* des forficulides (VOSSELER, 90), chez lesquels la compression de la poche est produite par des muscles extrinsèques à la glande.

On considère ces organes comme des glandes répugnatoires chez les phasmes. Nous n'avons pas pu constater chez nos espèces le rôle d'organes défensifs, mais il est possible que chez d'autres ce caractère soit plus accentué (SCUDDER).

CHAPITRE II.

Questions relatives à l'appareil digestif.

L'appareil digestif des phasmes a déjà fait l'objet de plusieurs travaux. Sans parler de celui de MUELLER (25), d'ailleurs bien fait pour l'époque, de celui de BORDAS (98) (*), qui se rapporte aussi à la grosse anatomie, il y a surtout à signaler la description rapide qu'en donne HEYMONS dans la note déjà citée.

Nous n'en parlerons nous-même que pour ajouter ça et là quelques détails.

§ 1. Jabot.

Le jabot, qui précède immédiatement chez les phasmes l'intestin moyen — ventricule chylifique de quelques auteurs, — a sa paroi formée de cellules polygonales régulières, FIG. 10, recouvertes à l'extérieur par une musculature assez robuste et garnies à l'intérieur d'une cuticule armée de petites dents, FIG. 9. Cette structure ne semble pas annoncer que l'organe soit

(*) Dans un précédent mémoire (96), le même auteur a signalé chez des phasmes exotiques deux réservoirs salivaires piriformes. Nous n'avons rien trouvé de semblable dans nos espèces; à une première observation, les glandes thoraciques arrachées et perdues au milieu des glandes salivaires peuvent induire en erreur, mais nous ne voulons pas dire que ce soit le cas de BORDAS.

destiné à absorber les produits de la digestion. Nous ne ferions même aucune allusion à la possibilité de cette aptitude, si des expériences récentes n'avaient amené PETRUNKEWITSCH à considérer le jabot chez certains orthoptères comme l'organe principal de l'absorption (99, p. 179).

Avant d'entreprendre des expériences comparatives sur les phasmes, nous avons cherché à reproduire celles de l'auteur sur les blattes et nous avons été conduit par là à des résultats si différents, que nous croyons devoir les consigner ici en rapprochant les deux séries d'expériences.

Voici la marche suivie par PETRUNKEWITSCH :

Une blatte est isolée et laissée à jeun 24 heures, après quoi on lui fait ingérer de la graisse. L'animal est ouvert peu de temps après et l'on trouve à l'autopsie que les cellules épithéliales du jabot contiennent de la graisse. PETRUNKEWITSCH en conclut que cette substance a été absorbée.

Nous avons procédé d'une manière un peu différente. Les blattes que nous avions à notre disposition étaient des *Periplaneta australasiæ* prises en parfaite santé dans les serres du Muséum de Paris. Après quelque temps de séjour au laboratoire, où elles avaient été fort négligées, un examen préalable ayant permis de reconnaître que les cellules du jabot contenaient de la graisse, il nous parut difficile d'admettre que ce fut là un résultat d'absorption digestive.

Deux individus furent alors isolés et soumis à un jeûne prolongé. Après douze jours, un des deux fut sacrifié : les cellules épithéliales du jabot ne contenaient absolument plus de graisse. Nous étions en droit de conclure que le second individu devait être dans le même état. A partir de ce moment, ce dernier fut nourri exclusivement avec de la fécule. Après six jours de ce régime, la graisse reparaisait dans le jabot sous la forme de petites boules qu'il nous a été possible de brunir par l'oxyde osmique et de dissoudre dans le chloroforme, FIG. 11. Cette graisse ne pouvait provenir de l'alimentation qui était exclusivement hydrocarbonée. Il faut conclure qu'elle se trouvait dans les cellules à titre de réserve. L'épithélium du jabot dans ce cas est donc comparable fonctionnellement au corps adipeux et capable comme lui d'élaborer de la graisse aux dépens de matériaux empruntés au sang.

Que faut-il donc penser des expériences de PETRUNKEWITSCH? Que sa blatte, n'ayant jeûné que durant 24 heures, n'avait pas eu le temps d'épuiser ses réserves.

Nous avons d'ailleurs fait une autre expérience confirmative. Une

blatte, ayant jeûné pendant douze jours, fait un repas dans lequel entre de la graisse et est sacrifiée peu de temps après. Dans ce cas, les cellules épithéliales du jabot ne contiennent pas de graisse. C'est que les réserves n'ont pas eu le temps de se constituer.

Nous devons ajouter qu'un détail de l'expérience de PETRUNKEWITSCH reste encore pour nous inexpliqué ; l'auteur dit que, si l'on tarde trop à ouvrir la blatte après l'ingestion, on ne trouve plus qu'une faible quantité de graisse dans les cellules épithéliales du jabot. On ne voit pas, si la graisse est une réserve, comment un repas de plus a pu la faire diminuer. Le sujet avait-il été bien alimenté auparavant ?

Concluons que la voie expérimentale, quoi qu'en dise PETRUNKEWITSCH, donne raison aux prévisions de CUÉNOT qui écrivait en 1895 : « Il paraît impossible qu'il puisse y avoir la moindre absorption dans le jabot ».

§ 2. Valvule œsophagienne.

J. MUELLER (28, p. 17) fait remarquer que la paroi dorsale de l'œsophage, chez *Phasma ferula*, se continue dans l'intestin moyen par un prolongement assez long qui pend librement dans la cavité intestinale.

HEYMONS (97, p. 368) retrouve la même particularité chez *Bacillus rossii* et pour cet auteur, le rôle de cette lame ne peut être que celui d'une valvule d'occlusion (Verschlussklappe).

Dans les dissections et dans les coupes, nous avons pu constater à notre tour la généralité de cette disposition chez les phasmides. En réalité, cette valvule n'est pas autre chose qu'une invagination de la paroi intestinale, comme l'indique le schéma 13, A. Entre les deux feuillets, *id*, parfaitement distincts, pénètrent des trachées et, accidentellement du moins, des globules sanguins ; nous avons trouvé quelquefois cette dépendance du cœlome bourrée d'amibocytes. Une coupe suivant la ligne ponctuée, représentée en B', montre la valvule comme un anneau aplati, dont les deux parois sont le plus souvent adossées.

Nous ne pensons pas que cette formation doive être regardée comme exclusivement propre aux phasmes. Elle n'est que le développement asymétrique, unilatéral, de l'invagination annulaire qui constitue précisément la valvule œsophagienne (*Rüssel* des auteurs allemands) chez la plupart des insectes.

Pour justifier le rapprochement, nous donnons, FIG. 12, A, un sché-

ma d'après SCHNEIDER (90), qui représente la disposition du *Rüssel* chez *Chironomus*.

Le jabot, *J*, s'avance dans l'intestin moyen par sa partie inférieure, ce qui détermine la production d'une invagination annulaire cœlomique qui descend dans le médiintestin. En coupe transversale, *B*, on rencontre cette poche sous la forme de deux anneaux concentriques.

Une lame tubulaire (la membrane péritrophique) fait suite chez les diptères à la valvule œsophagienne. Cette membrane existe aussi, croyons-nous, chez les phasmes, mais jusqu'ici nous ne l'avons pas soumise à une étude spéciale.

Comme il est facile de s'en rendre compte en comparant nos deux schémas 12 et 13, il n'y a, pour passer de la disposition typique des diptères à celle des phasmes, qu'à exagérer la pénétration d'un côté et à la diminuer de l'autre.

Les appendices tubulaires, ou *cæcums gastriques*, qui naissent du bourrelet *ba*, chez la majorité des insectes, demeurent rudimentaires chez les phasmes et font entièrement défaut du côté dorsal.

L'examen à frais de la valvule asymétrique montre que la cuticule chitineuse qui la recouvre porte de petites aspérités assez semblables à celles de la cuticule œsophagienne. Par endroits, et spécialement sur les bords, on voit des proéminences sur la signification desquelles nous ne sommes pas fixé. Nous reproduisons, FIG. 14, l'aspect dentelé qu'elles donnent à l'ensemble.

Au point de vue physiologique, nos recherches n'ont rien donné de définitif, mais il nous semble que cet appendice se prêterait assez mal au rôle que lui attribue HEYMONS, d'empêcher le reflux des ingesta vers l'œsophage. Il serait entraîné et simplement renversé si un courant s'établissait de bas en haut. De plus, la forte musculature circulaire qui entoure l'intestin à ce niveau, semble efficace pour arrêter par elle seule tout retour vers l'œsophage.

§ 3. Intestin moyen.

Nous ne croyons pas devoir nous attarder à une description de l'intestin moyen, sa structure, très conforme au type ordinaire, ayant été suffisamment indiquée par HEYMONS d'après *Bacillus rossii*.

On y rencontre assez fréquemment des cellules vieilles, détachées et

rejetées dans la lumière intestinale, conformément à ce qui a été décrit chez les grillons par LÉGER et DUBOSCQ (99 c).

a) *Plateau cilié du médiintestin.*

Plus fréquemment encore, on rencontre dans certaines régions des boules de sécrétion surprises et figées dans l'acte même de leur expulsion par les cellules, entre les filaments du plateau (VIGNON n'admet pas cette interprétation, 1900 c).

Ce dernier est constitué par des cils robustes, bien apparents, quel que soit le procédé de préparation.

Lorsqu'on dilacère à frais un fragment de paroi intestinale, on obtient aisément des cellules isolées qui se présentent avec les aspects dessinés FIG. 15 et 16, l'un ou l'autre suivant qu'elles sont vues de champ ou de face. De telles images témoignent de l'état de compression dans lequel se trouvait la région distale de la cellule, sans doute par suite de l'accumulation des ferments digestifs, et de la détente qui s'y produit dès qu'elle se trouve dégagée. Dans ces conditions, une cellule, vue par sa face libre, prend une apparence d'oursin; les cils rendus très divergents se détachent avec la plus grande netteté, surtout ceux de la région équatoriale qui se projettent librement sur le champ visuel.

Est-il besoin d'ajouter qu'ils sont absolument immobiles, même en milieu indifférent? Et ce n'est certainement pas le traumatisme qui les empêcherait de vibrer, comme il n'empêche pas ceux des cellules palléales d'une anodonte préparées de la même manière.

Du reste, si la nature de notre objet se prête mal à l'observation sur le vivant, nous nous sommes efforcé d'en examiner d'autres, par ex. de jeunes larves de diptères, chez lesquels les plateaux de l'intestin et des tubes de MALPIGHI peuvent être observés sans léser l'animal. Or, nous avons bien vu les cils s'incliner passivement dans les déformations de la paroi qui résultent des contractions vermiculaires, ou au moment du passage des matières contenues dans le canal, puis se relever en vertu de leur élasticité; mais on ne peut évidemment pas rapprocher ces mouvements des oscillations pendulaires qui caractérisent le mouvement vibratile partout où il existe.

Tous ces résultats, nous avons hâte de le reconnaître, sont anciens et il n'y a pas jusqu'à nos FIG. 15 et 16 sur lesquelles nous venons de raisonner qui n'en rappellent d'autres, p. ex. les fig. 11 et 20 de FRENZEL (85). Nous avons cru néanmoins devoir nous y arrêter, parce que, à la suite de divers

travaux de VIGNON récemment parus (1900 a, b, c), l'attention a été ramenée sur la réduction problématique des plateaux ciliés des arthropodes aux plateaux vibratiles.

Il nous semble à propos d'ajouter une remarque au sujet de deux autres notes parues au cours de la même année 1899, l'une de LÉGER et HAGENMUELLER sur les cils des cellules malpighiennes, l'autre de LÉCAILLON sur ceux des cellules intestinales des insectes. Ces auteurs ont décrit leurs résultats sans faire l'historique complet de la question, ainsi qu'il arrive souvent dans les communications préliminaires. En fait, les garnitures qu'ils ont étudiées appartiennent à ces *intima* si répandues qui furent envisagées comme des cuticules à « Porenkanälchen » et dont la structure ciliforme a été définitivement établie par FRENZEL. Postérieurement, tous les auteurs qui ont eu affaire aux cellules de l'intestin moyen ou des tubes de MALPIGHI, parlent de leur bordure sous des dénominations différentes : plateau strié ou cilié, plateau à filaments libres ou à bâtonnets, bordure en brosse (Härchensaum de FRENZEL), mais sans qu'il puisse exister le moindre doute sur l'idée qu'ils s'en font. C'est ainsi par exemple qu'un des plus qualifiés en anatomie d'insectes, M. CUÉNOT, dans son beau travail : *Études physiologiques sur les orthoptères* (95), parle du plateau de bâtonnets qui recouvre les cellules malpighiennes et du plateau strié de l'intestin moyen, alors que sa fig. 6 montre des filaments absolument libres et divergents par place.

b) *Inclusions protéiques dans le noyau des cellules épithéliales du médiintestin.*

Dans les coupes de l'intestin moyen traitées par la méthode de CAJAL(*) et fortement décolorées, il subsiste dans le noyau, à côté du boyau nucléinien et du nucléole, à peine teintés, un corpuscule de forme et de dimension très variables (pouvant dépasser de beaucoup celles du nucléole) et qui retient très énergiquement le magenta. Les contours irréguliers, la forte réfringence de ce corps, FIG. 19, *i*, ne permettent pas de le considérer comme un nucléole spécial; il est bien plutôt l'analogue des *cristalloïdes* découverts par LÉGER et DUBOSQ dans les noyaux de cette même région chez les grillons (99b). Ces auteurs font remarquer la grande affinité de ces inclusions pour la safranine dans la méthode de FLEMMING.

(*) Les renseignements sur la technique seront donnés plus loin à propos de la spermatogénèse.

c) *Appendices de l'intestin moyen.*

HEYMONS (97) a justement insisté sur une autre particularité de l'intestin des phasmides, signalée mais mal interprétée par ses devanciers. Nous voulons parler des organes tubulaires qui débouchent dans l'intestin moyen sur une assez grande étendue au-dessus du niveau d'insertion des tubes de MALPIGHI. C'est par une dilatation piriforme que chacun de ces appendices (dont le calibre est bien inférieur à celui des tubes de MALPIGHI) aborde l'intestin. Nous en avons compté 31 chez un *Leptynia attenuata*.

Nous donnons, FIG. 17, une coupe longitudinale de l'intestin intéressant l'origine d'un de ces organes.

HEYMONS a montré qu'au point de vue embryogénique et morphologique ces diverticules sont assimilables aux tubes de MALPIGHI; mais il pense qu'ils en diffèrent au point de vue physiologique. Nos recherches sur ce point sont encore bien incomplètes. Les deux sortes d'organes se comportent différemment vis-à-vis des injections physiologiques de matières colorantes; les appendices se montrent en général peu sensibles, cependant il nous ont paru éliminer le bleu EHRlich presque aussi activement que les tubes de MALPIGHI. Il se pourrait qu'ils aient à remplir un rôle excréteur, mais moins général que celui des organes dépurateurs proprement dits.

En finissant, nous dirons quelques mots sur les rapports de ces appendices avec les muscles longitudinaux (*). Ceux-ci sont très robustes

(*) La musculature intestinale est assez remarquable dans les espèces que nous avons étudiées; sans en donner ici une description détaillée, puisque nous nous sommes proposé de passer rapidement sur l'étude histologique de l'intestin, nous croyons devoir en indiquer les traits essentiels.

L'ensemble des fibres contractiles se décompose comme toujours en un système transversal et un système longitudinal.

Le premier s'étend sur toute la longueur de l'intestin, bien qu'il soit très inégalement développé aux divers niveaux. Sur l'œsophage, outre les fibres annulaires, on remarque, suivant certaines bandes, des fibres obliques, croisées et assez courtes, destinées manifestement à remplacer les fibres longitudinales, mais qui se rattachent morphologiquement aux transversales. Sur le tronçon antérieur du médiintestin, ces dernières sont robustes et espacées; de là, les sillons semi-annulaires assez profonds signalés par divers auteurs. Plus bas, elles deviennent plus conformes aux types communs.

C'est le système longitudinal qui présente les particularités les plus originales. Sur toute l'étendue du médiintestin, le tronçon antérieur excepté, les fibres se présentent sous la forme de cordons très espacés, mais équidistants, où on distingue des files de noyaux serrés; de part et d'autre s'en détachent des branches qui tantôt s'anastomosent avec celles d'un cordon voisin, tantôt s'épuisent en minces rubans interposés aux cordons d'origine. Nous ne voudrions pas décider s'il existe ou non un autre système longitudinal. Quoi qu'il en soit, celui-ci subit aux deux extrémités des modifications tout à fait remarquables tendant à assurer le maintien en place de tout le tube digestif.

Une première modification est à noter sur le tronçon antérieur du médiintestin, où les cordons

et équidistants sur toute la région comprise entre les insertions malpighiennes et les boursouffures transversales du tronçon antérieur. Il est à remarquer que, lorsqu'un appendice naît au voisinage d'une de ces fibres, celle-ci lui fournit une branche, FIG. 20, *m*, que l'on suit quelque temps à la surface de la dilatation piriforme. Si l'appendice naît à égale distance de deux fibres, chacune d'elles lui envoie un semblable rameau. Ces circonstances peuvent avoir une signification morphologique assez importante. On remarque, en disséquant l'insecte en milieu indifférent, que les appendices du médiintestin sont animés des mêmes mouvements en serpenteaux que les tubes de MALPIGHI. Guidé par ce parallélisme, nous avons pu reconnaître que dans les deux cas ces mouvements sont commandés par des rubans musculaires analogues. Il est vraisemblable que ces fibres hélicoïdales ne sont qu'un prolongement ou une dérivation des branches d'origine signalées plus haut.

Au point de vue de la structure, les appendices du médiintestin rappellent tout à fait les tubes de MALPIGHI. Les cellules, au moins dans la partie proximale, sont plurinucléées. Celles de la dilatation piriforme, FIG. 20^{BIS}, comptent jusqu'à cinq ou six noyaux. Il existe sur la face libre interne une bordure en brosse.

§ 4. Tubes de Malpighi.

a) *Distinction de deux espèces de tubes.*

Chez la jeune larve de *Leptynia attenuata*, à la sortie de l'œuf, le nombre des tubes de MALPIGHI est voisin de 18. Insérés à la limite de

s'accumulent en grand nombre suivant les lignes médio-dorsale et médio-ventrale; au-delà, en remontant, la plus grande partie de ces cordons, ceux qui viennent de la région dorsale et des flancs, s'isolent de l'intestin et se réunissent, d'abord en trois, puis en un seul ruban, qui parcourt tout le thorax pour aller s'insérer au tiers antérieur du pronotum, en arrière de l'orifice excréteur de la glande thoracique droite. Ceux qui viennent de la région ventrale confluent presque immédiatement en une seule fibre un peu plus grêle qui prend son insertion au point symétrique.

Sur l'intestin postérieur, il y a aussi des confluences qui réduisent le système à un petit nombre de cordons longitudinaux toujours appliqués; ceux-ci, dans la région distale, fournissent des branches obliques qui vont à la peau. Au-dessous de ce niveau, il y a d'autres fibres intestino-cutanées, indépendantes du système précédent.

La double mise en rapport, antérieure et postérieure, avec le tégument révèle dans la musculature longitudinale continue une destination mécanique qui ne semble pas avoir été suffisamment mise en relief jusqu'ici. Elle peut jeter aussi quelque jour sur sa signification morphologique, en montrant sa réduction probable à deux unités anatomiques primordiales.

MUELLER avait parfaitement observé ces gros cordons nacrés remontant le long du thorax, mais il n'a pas tiré de son observation les conclusions qu'elle aurait pu lui suggérer; de plus, c'est à tort qu'il place l'insertion de ces fibres dans la tête (25, p. 18).

l'intestin moyen et de l'intestin terminal, suivant une couronne annulaire, ils remontent tous d'abord le long de l'intestin moyen, puis se recourbent et redescendent. A divers niveaux, ils reçoivent un assez grand nombre de branches trachéennes qui les abordent, les unes de haut en bas, les autres de bas en haut, celles-là donnant un rameau ascendant, celles-ci donnant un rameau descendant, de manière à desservir l'organe sur un assez long parcours, en aval et en amont du point d'arrivée (*).

L'extrémité est libre et en doigt de gant.

Si nous ouvrons une femelle adulte appartenant à la même espèce, nous serons frappé par le nombre beaucoup plus grand, à peu près triple, de tubes de MALPIGHI. Un examen un peu attentif permettra de les distinguer en deux groupes : supérieurs ou ascendants, inférieurs ou descendants.

Les tubes supérieurs présentent les mêmes caractères que les tubes de la jeune larve, à la longueur près. L'enchevêtrement des branches trachéennes qui les accostent rend très difficile leur préparation; mais si l'on arrive à les suivre jusqu'à leur extrémité, on trouve celle-ci encore libre, FIG. 25.

En plus des précédents, qui ne sont que les tubes du stade I développés, il y en a de nouveaux qui semblent s'insérer deux par deux au-dessous des points d'insertion des premiers, chaque paire pouvant être considérée comme les branches de bifurcation d'un tronc commun très court, parfois réduit à une saillie de la paroi intestinale; ils descendent directement sans se boucler. Une trachée unique, appliquée sur le tronc commun, se bifurque en branches d'égale importance qui se jettent respectivement sur chaque tube et l'accompagnent à peu près jusqu'à son extrémité, en décrivant à sa surface une spirale très lâche et fournissant de distance en distance de courtes branches latérales qui s'épuisent presque immédiatement en trachéoles.

Cette manière d'être vis-à-vis des trachées facilite beaucoup la dissection; lorsque l'on veut suivre isolément un de ces tubes, on le trouve libre d'attaches aux organes voisins sur toute sa longueur.

L'extrémité distale, au contraire, au lieu d'être libre comme dans les tubes de la première espèce, est en rapport avec des trachéoles ou des trachées dépendant de la charpente de soutien du corps adipeux, FIG. 24; lorsqu'on la prépare par extirpation ou même en respectant le plus possible ses

(*) Les trachées qui fournissent aux tubes supérieurs viennent des stigmates des segments V, VI, VII. Les branches homologues qui partent des stigmates abdominaux précédents se distribuent à l'intestin.

connexions, on la voit toujours entourée de cellules saillantes, d'aspect vésiculeux, *cs*, pareilles à celles qui ont été décrites et figurées par SIRODOT chez les grillons (58).

Les tubes inférieurs se distinguent encore des tubes supérieurs, chez la femelle, par leur aspect latescent, surtout dans des parties renflées, véritables poches d'accumulation, de la partie distale. L'étude chimique des concrétions contenues dans ces régions nous montrera que le carbonate calcaire y prédomine, quand au contraire il fait défaut dans les tubes supérieurs.

Chez le mâle, les tubes inférieurs se développent relativement peu et à aucune époque nous n'avons pu y constater la présence de calcaire.

Ces caractères généraux se sont montrés constants dans les diverses espèces que nous avons pu examiner. Les différences observées portent sur le nombre des tubes de MALPIGHI, soit sur le nombre initial, soit sur le nombre final. Chez *Bacillus gallicus*, nous trouvons 23 tubes chez une jeune larve et chez l'adulte deux ou trois tubes inférieurs pour un supérieur; chez *Menexenus obtusispinosus*, on compte une quinzaine de tubes seulement à l'éclosion; à chacun d'eux correspond, dans l'imago, un groupe de trois ou quatre tubes descendants.

Chez *Clitumnus patellifer*, la disposition et la proportion des tubes inférieurs par rapport aux supérieurs sont les mêmes, mais nous n'avons pas fait de numération exacte. Il faut signaler dans cette espèce l'absence de carbonates dans les tubes inférieurs, au moins dans les deux individus femelles que nous avons pu disséquer.

Nous n'avons pas suivi le développement des tubes inférieurs dans toutes les espèces qui viennent d'être citées, mais seulement chez *Bacillus gallicus* et *Leptynia attenuata*. Chez ce dernier, c'est au début du stade II qu'apparaissent les premiers rudiments des tubes descendants. Ils naissent tellement près du point d'insertion des tubes ascendants que l'on pourrait tout aussi bien les considérer comme des dépendances directes de la paroi intestinale, que comme des dépendances du tube préexistant, FIG. 21 (*).

Le phénomène de la croissance présente quelques particularités dignes d'intérêt. Le premier rudiment de l'appendice est un bourgeon massif, au moins à son extrémité, et celle-ci demeure telle jusqu'à la fin du développe-

(*) Chez certains orthoptères sauteurs, les tubes de MALPIGHI naissent également par des troncs communs et une coupe longitudinale qui intéresse ces origines peut offrir quelque ressemblance d'allure avec celle que nous proposons (v. VISART, 84, fig. 31, TM).

ment, la lumière y apparaissant par suite d'une espèce de clivage axial. La multiplication cellulaire est lente au début, mais à un moment donné (à la fin du stade III pour *Bacillus gallicus* et pour les premiers tubes qui se développent) (*), il se déclare une crise caryocinétique intense de peu de durée, qui amène l'organe à son état à peu près définitif. Les figures de division, introuvables avant comme après, sont très nombreuses pendant cette période fugitive, FIG. 26; les cellules jeunes sont surbaissées et sériées en longueur, comme dans un méristème radiculaire; puis elles s'accroissent progressivement dans tous les sens, tandis que la période de division indirecte semble faire place à une période de division directe. Il nous paraît, en effet, que toutes nos observations conduisent à rattacher à un processus amitotique l'état plurinucléé définitif.

Le fait que dans le cours du développement le nombre des tubes de MALPIGHI augmente n'est pas nouveau chez les insectes. KORSCHOLT et HEIDER (92) l'énoncent pour *Gryllotalpa* en se référant à un mémoire de RATHKE (44), où les tubes larvaires, en très petit nombre effectivement par rapport au système de l'adulte, sont représentés dans deux figures.

Mais là s'arrêtent les ressemblances entre les phasmides et ce gryllide. On pourrait, au premier abord, être tenté de comparer les *tubes blancs* de *Gryllotalpa* aux tubes inférieurs des phasmes et ses *tubes jaunes* aux tubes supérieurs. Mais le contenu des tubes blancs de *Gryllotalpa* est exclusivement formé de grosses concrétions d'acide urique mêlées d'urates, représentées FIG. 22, et l'on n'y trouve pas de carbonates. De plus, il existe des tubes blancs chez la jeune larve, tandis que les tubes inférieurs sont tous développés tardivement chez les phasmes.

b) *Facteurs anatomiques généraux.*

Les caractères anatomiques des deux sortes de tubes sont les mêmes et nous n'y insisterons pas, car ils sont bien connus d'après les travaux faits sur les autres insectes. Remarquons seulement que les cellules sécrétrices sont binucléées, FIG. 18, et il est probable que l'origine des deux noyaux se rattache au processus de division directe signalé à propos du développement; on en trouve çà et là d'étranglés en forme de biseau. Plusieurs fois, ces noyaux se sont montrés bourrés d'inclusions ayant l'apparence de cristaux.

(*) Nous ne sommes pas sûr que tous les tubes inférieurs se développent en même temps; nous serions au contraire porté à admettre plutôt un développement successif.

Sur leur face interne, les cellules sont munies d'un plateau cilié ou bordure en brosse, qui peut atteindre de grandes dimensions.

Nous sommes incapable de dire si les tubes de MALPIGHI sont recouverts par une couche conjonctive, comme l'admettent les auteurs; mais il y existe une musculature formée de longues fibres enroulées en spirale lâche, du même type que celle qui a été décrite par LÉGER et DUBOSCQ chez les grillons (99a). Toutefois, tandis que ces auteurs admettent que l'enroulement des trachées se fait en sens inverse de celui des fibres musculaires, nous trouvons qu'il se fait dans le même sens chez les phasmes, FIG. 23.

Grâce à une malformation accompagnée de hernie transparente, il nous a été possible de constater que les contorsions, si faciles à observer dans les dissections, se produisent sur le vivant et dans le milieu naturel avec les mêmes caractères.

Pour ne pas insister davantage sur cette musculature, ajoutons que, dans quelques cas plus favorables d'observation à frais, on peut voir directement les fibres se contracter et cette modification s'accompagner d'une déformation des tubes.

c) *Cellules de Sirodot.*

Nous avons déjà signalé l'existence de cellules spéciales localisées à l'extrémité des tubes inférieurs et emprisonnées entre les mailles du réseau trachéolaire ou trachéen, qui enlace le tube pour le rattacher à un lobe adipeux. Ces cellules sont analogues à celles que SIRODOT (58) a décrites chez les grillons. Nous n'avons pas la prétention de définir d'une manière rigoureuse le rôle de ces éléments. Toutefois, il nous semble qu'ils pourraient être considérés comme des cellules malpighiennes modifiées. Dans les espèces qui nous occupent, la modification aurait pour but de pourvoir l'extrémité de l'organe de véritables excroissances qui pénètrent dans les fins interstices et lui permettent d'aller pour ainsi dire au-devant des trachées. Celles-ci se jettent effectivement sur l'extrémité du tube, l'enlacent d'un réseau trachéolaire et lui fournissent même un ou plusieurs rameaux qui s'enroulent en hélice sur un certain parcours. Par là se complète la fixation et l'aération de cette catégorie de tubes. Car il ne faut pas perdre de vue que l'époque tardive de leur développement ne permet plus leur desserte par des trachées venant directement des stigmates.

d) *Contenu des tubes de Malpighi.*

Les concrétions que l'on rencontre dans les tubes de MALPIGHI sont de forme et de nature très diverses : il y a des urates, de l'acide urique, des carbonates, des oxalates, de la leucine.

Carbonates. Ils sont localisés — du moins chez *Leptynia attenuata*, — dans la partie moyenne des tubes inférieurs, où ils sont accumulés en grande quantité sous la forme de petites sphérules très inégales.

Ils présentent au point de vue optique les mêmes caractères que chez le *Thrixion*, où ils ont été décrits par PANTEL. Entre les nicols croisés, les sphérules s'illuminent visiblement, mais ne donnent pas le phénomène de la croix. Il est probable qu'il existe une striation concentrique et une striation radiale.

Leur nature calcaire ne fait aucun doute. Un paquet de tubes est placé dans une cellule. A côté, on met une goutte d'HCl à 30 o/o. On recouvre d'une lamelle chargée en dessous d'une goutte d'eau de baryte, fraîchement préparée et limpide. En dehors, une goutte semblable est disposée à l'air libre et sert de témoin. On incline la cellule de manière à mettre en contact HCl avec les tubes. Il se produit une effervescence et aussitôt il y a opalescence de l'eau de baryte, tandis que la goutte extérieure reste limpide. Au microscope, le précipité formé présente des ramifications en buisson et a identiquement le même aspect que lorsqu'on reproduit l'expérience avec CO_3K^2 à 50 o/o et HCl. L'acide acétique peut remplacer l'acide chlorhydrique.

Il est assez remarquable de trouver ces carbonates localisés exclusivement chez les femelles. Ce fait n'est peut-être pas sans relation avec la formation du chorion de l'œuf.

Urates. Abondants chez les gryllides (*Gryllus*, *Gryllotalpa*), CUÉNOT fait remarquer qu'ils manquent chez les autres orthoptères qu'il a pu étudier : sauteurs, blattes, mantes et forficules. Nous trouvons que les phasmes en sont abondamment pourvus.

Un faisceau de tubes de MALPIGHI soigneusement débarrassé de tissu adipeux est traité sur porte-objet par une goutte d'acide acétique à froid. On voit apparaître des formes cristallines de l'acide urique autres que les formes préexistantes et parfaitement reconnaissables, p. ex. de grands cristallites en forme de pierre à aiguiser, groupés ou isolés, s'illuminant et s'irisant d'une façon caractéristique entre les nicols.

Acide urique. Il constitue un des principaux produits d'excrétion des tubes de MALPIGHI. Il y est sous la forme de cristaux isolés ou de mâcles, celles-ci pouvant être formées d'acide urique seul ou associé à un urate.

La forme et les dimensions des cristaux sont extrêmement variées. On peut signaler comme plus fréquents de petits prismes bacillaires tout à fait comparables à des bactéries et des tables losangiques de toutes dimensions; des formes en tonneau, très caractéristiques, se rencontrent aussi, mais plus rarement. Quelles que soient les formes et leur groupement, nous ne connaissons pas de meilleur moyen de faire instantanément le triage des corpuscules uriques que d'observer la préparation à la lumière polarisée : l'acide urique a une manière de s'illuminer qui ne permet pas de le confondre avec d'autres corps. D'ailleurs, il est facile d'ajouter à ce diagnostic le contrôle des réactions, principalement de la dissolution par une trace de potasse, avec mise en liberté subséquente de l'acide urique par une trace d'acide chlorhydrique.

Parmi les mâcles complexes, il faut citer des sphères qui s'illuminent brillamment entre les nicols croisés à la manière de l'acide urique, mais en donnant lieu en plus au phénomène de la croix. Elles sont solubles en partie dans l'acide acétique, en partie aussi dans la potasse, ce qui indique un mélange d'urate et d'acide urique (*).

Oxalates. Ils se présentent sous la forme d'octaèdres quadratiques d'une parfaite régularité et d'une belle teinte vert pâle; ils rappellent tout à fait les classiques cristaux de *Begonia*.

Leucine (?). Après l'action des dissolvants de l'acide urique et des urates, il reste encore de grosses boules jaunâtres sur la nature desquelles nous ne sommes pas bien fixé. Elles ont bien l'aspect et les caractères microchimiques de la leucine.

(*) La même chose a lieu pour les grosses concrétions blanches de *Gryllotalpa*, FIG. 22, ainsi que CUÉNOT l'a fait remarquer. Observées directement, ces masses sont en général très opaques; mais par suite de phénomènes de diffraction, elles prennent un éclat nacré qui en laisse voir les contours mamelonnés, *a*; si l'on ajoute une goutte de KOH, on peut observer une corrosion graduelle, tenant au départ de l'acide urique, *b*; après l'action à refus, il reste une gangue zonée qui donne entre les nicols le phénomène de la croix, *b'*.

CHAPITRE III.

Appareil circulatoire.

§ 1. Partie abdominale et thoracique du vaisseau dorsal.

a) *Disposition générale, ostioles, muscles aliformes.*

La constitution du vaisseau dorsal, pour la partie abdominale et thoracique, rappelle dans ses traits généraux celle qu'il affecte chez les autres orthoptères. Les ostioles sont situés dans la partie postérieure des segments; leur structure et leur situation sont analogues à celles que GRABER (73) a vues chez *Melolontha*. Outre ces fentes qui sont situées sur les côtés, KOWALEWSKY (94, p. 286) en a signalé de ventrales chez les orthoptères (acridiens et locustiens), ce qui conduit pour chaque segment à un système complexe d'orifices ventriculaires. Chez *Caloptenus*, par exemple, cet auteur a trouvé que « les chambres du cœur dans les segments abdominaux ont chacune quatre ouvertures : deux par lesquelles elles reçoivent le sang de la région péricardiale et deux autres à l'aide desquelles elles reçoivent le sang de la région périintestinale ». Nous avons inutilement cherché à retrouver chez les phasmes les deux ouvertures supplémentaires ou ventrales et nous croyons, après avoir examiné des coupes en série sans perte, qu'il n'y en a point.

Au rapport de GRABER (72, p. 143), MUELLER n'aurait reconnu chez *Phasma cornutum* qu'une seule paire d'ostioles (*); pour nous, toutes les fois que nous avons débité en coupes horizontales un tronçon d'abdomen, pris au hasard, nous y avons toujours trouvé une paire d'ostioles par segment et dans des dissections faites après injection préalable de magenta, qui se localise aisément dans la région des valvules, nous avons pu reconnaître la suite très régulière de ces appareils d'occlusion dans quatre à cinq segments consécutifs. Nous n'avons pas d'observation précise sur l'extrémité anale. Le système de valvules le plus antérieur que nous ayons remarqué correspond au segment médiaire. Il fait la séparation entre la partie abdominale du vaisseau dorsal ou cœur proprement dit et la partie thoracique ou aorte.

(*) Nous avons bien pu vérifier que MUELLER a admis l'existence d'une seule paire de muscles aliformes; cependant, il nous a été impossible de nous assurer s'il affirme également celle d'une paire unique d'ostioles.

Malgré les lacunes que nous venons de signaler dans nos observations, les faits déjà constatés montrent que chez les phasmes le nombre des orifices d'introduction du sang est très comparable à celui des autres insectes.

Quant aux muscles aliformes, MUELLER n'est pas le seul observateur qui en ait attribué aux phasmes un nombre réduit. VOSSELER (91, p. 88) en signale deux paires thoraciques chez *Bacillus rossii* : une dans le méso-, une dans le métathorax ; mais dans la région abdominale, il n'en trouve que de faibles indications et semble ne pas s'éloigner de l'opinion de BURMEISTER qui n'y admettait qu'une paire d'ailes (32, p. 167). Il en existe certainement plusieurs et la dissection d'une espèce exotique de grande taille (*Clitumnus patellifer*) nous a permis de les mettre en évidence dans les cinq premiers segments abdominaux, où une paire de muscles correspond exactement à un système d'ostioles.

Il est donc probable, pour ne rien dire de plus, que partout où il y a des ostioles, on trouvera des muscles aliformes. Le fonctionnement des valvules est trop étroitement relationné aux contractions des ailes pour qu'il en soit autrement. Nos observations, en effet, nous amènent à adopter pleinement avec VOSSELER (91, p. 117) et PANTEL (98, p. 164), contrairement aux vues de GRABER, l'intervention des muscles aliformes dans les mouvements de diastole.

Les coupes transversales confirment pleinement cette manière de voir. En général, elles ne laissent reconnaître aucune lame allant obliquement du plancher cardiaque à l'hypoderme, que l'on puisse identifier avec le septum péricardial des acridiens. C'est qu'en effet un pareil septum n'existe pas chez les phasmes, ainsi que VOSSELER en a déjà fait la remarque (loc. cit. p. 92). De distance en distance pourtant, on voit apparaître des tractus plus ou moins prolongés, FIG. 1, *sp*, et FIG. 27, *spc*, mais d'après leurs caractères, ces bandes ne peuvent être que les muscles aliformes (*).

b) *Structure.*

L'étude histologique de la paroi cardiaque donne lieu à quelques remarques.

L'aspect annelé que plusieurs auteurs lui ont reconnu (GRABER, 72, p. 135) se montre aussi chez les phasmes. Cet aspect, comme l'a déjà

(*) On y observe, en effet, une striation transversale très nette, qui n'a pas été rendue par le graveur, spécialement FIG. 27 ; ce détail a été masqué par des lignes longitudinales trop vigoureuses et trop raides.

reconnu VOSSELER (91, p. 54), fournit le moyen de rattacher la structure complexe du vaisseau dorsal, tel qu'il se présente chez l'imago, à celle plus simple que nous avons observée chez la larve, et par là à la structure typique que l'on a décrite chez les larves d'insectes à métamorphoses complètes.

On sait que, chez celles-ci, l'organe propulseur est constitué par une série d'anneaux formés chacun par deux cellules musculaires uninucléées, courbées l'une vers l'autre et soudées suivant les lignes ventrale et dorsale. Or, chez les très jeunes larves de phasmes, le même organe se montre en coupe transversale sous la forme d'un anneau musculaire ayant aux deux extrémités de son diamètre transversal un noyau qui proémine dans la lumière, FIG. 28. Cet aspect, ne différant pas de celui que fournissent les larves de diptères, ne peut que comporter la même interprétation. Il s'agit dans les deux cas de deux cellules musculaires réunies suivant les extrémités du diamètre vertical par des soudures non visibles.

L'individualité des divers anneaux successifs se voit fort bien soit sur les coupes tangentielles, soit dans l'examen à frais de l'organe tout entier.

Ultérieurement, les cellules cardiaques, comme les autres cellules musculaires de l'organisme, subissent une multiplication nucléaire qui rendrait impossible l'interprétation des images fournies par l'adulte, si l'on négligeait de suivre le développement de l'organe.

Si la nature des anneaux musculaires qui constituent la « tunique moyenne » des auteurs est assez bien connue, la plus grande divergence de vues règne lorsqu'il s'agit de préciser ce que l'on entend par *intima* et *adventitia* du vaisseau dorsal. VOSSELER, après avoir rappelé quelques-unes de ces opinions au sujet de l'*intima*, conclut en invitant les travailleurs à éclaircir la question (*).

Pour ce qui regarde l'interprétation de l'*intima*, rappelons que LEYDIG la considère comme une membrane non structurée, ce qui ne définit rien, tandis que VIALLANES y voit des fibres longitudinales. Sans pouvoir affirmer que sa structure chez les autres insectes soit la même que chez les phasmes, nous sommes incliné à croire que dans beaucoup de cas on a pris pour une membrane spéciale le sarcolemme interne de la fibre musculaire en anneau. C'est du moins ce qui ressort de l'examen de coupes telles que celle qui est dessinée FIG. 29; on voit en *i*, à l'intérieur du vaisseau dorsal

(*) Es wäre eine dankbare aber mühsame Aufgabe die Gewebe innerhalb des Ringsmuscularis des Herzens einer speciellen Untersuchung zu unterziehen, und feststellen was eigentlich als Intima zu betrachten ist. (Loc. cit., p. 108.)

comme une pellicule festonnée, appliquée contre la cellule musculaire; un examen attentif, portant sur les endroits de la coupe les plus favorables, permet de reconnaître que chaque angle rentrant compris entre deux festons correspond à une bande mince de la substance striée et qu'à l'extérieur il existe d'autres festons semblablement disposés; c'est précisément la manière d'être du sarcolemme en général, lequel n'étant rattaché qu'au niveau des lignes de KRAUSE tend à se bomber entre deux lignes consécutives. Le soulèvement est à peine perceptible dans les éléments où ces lignes sont très rapprochées, comme dans la plupart des muscles striés, mais il devient très sensible, et tout à fait comparable à celui que nous rencontrons ici, dans un grand nombre de muscles viscéraux des insectes. Rien donc n'empêche de voir le feuillet sarcolemmatique interne dans cette pellicule anhisté, qui est l'*intima* des auteurs.

Le feuillet externe, d'allure très comparable, a reçu quelquefois le nom d'*adventitia*, mais par abus. La formation à laquelle exclusivement convient ce nom est une membrane fibrillaire appliquée d'une façon plus ou moins lâche sur le vaisseau dorsal. GRABER la considère comme de nature conjonctive; VOSSELER admet que les fibrilles qui la constituent sont contractiles; pour nous, nous sommes plutôt incliné à admettre que la plus grande partie de ces fibrilles ne sont pas autre chose qu'un tissu réticulé formé par des cellules trachéolaires; mais nous ne nous arrêterons pas ici à exposer les motifs qui justifient à nos yeux cette manière de voir, car la discussion de cette question viendra plus naturellement quand nous étudierons l'appareil respiratoire.

Une autre particularité de structure nous paraît digne d'attention.

En plus des fibrilles musculaires provenant de la digitation des muscles aliformes et qui prennent attache sur le cœur, on rencontre des sortes de bras partant du vaisseau dorsal et allant s'attacher à l'hypoderme, FIG. 29, *bm*.

Comme il nous a été impossible de découvrir des noyaux sur le parcours de ces petits cordons, on ne saurait les considérer comme des éléments musculaires autonomes et la seule interprétation qui se présente à nous avec un peu de vraisemblance, c'est d'y voir des bras envoyés à la peau par la cellule musculaire qui forme à ce niveau la paroi du vaisseau.

De la même manière s'expliquerait la fixation intime du vaisseau dorsal au tégument telle qu'elle se présente en particulier au passage d'un segment à un autre, comme l'a remarqué VOSSELER (91, p. 133) et comme nous l'avons vérifié.

L'examen des fibrilles constitutives de ces cordons d'attache montre d'ailleurs qu'elles sont la simple continuation de celles du vaisseau.

Ces branches fournies par des éléments musculaires sont peut-être plus répandues chez les insectes qu'on ne l'admet d'ordinaire. Elles suffisent à expliquer beaucoup de ces tractus qui unissent les organes entre eux et qui sont regardés le plus souvent comme de nature conjonctive.

§ 2. Partie céphalique.

a) *Terminaison du vaisseau dorsal.*

On suit difficilement le vaisseau dorsal jusqu'à sa terminaison dans la tête. Aussi ne semble-t-il pas que, malgré des travaux assez nombreux sur ce sujet, on soit pleinement renseigné sur la manière dont cet organe prend fin.

MIALL et DENNY, qui ont étudié *Periplaneta orientalis*, trouvent que dans ce type le vaisseau dorsal se termine en face du collier œsophagien par un orifice évasé, - Suddenly ends, immediately in front of the œsophageal ring in a trumpet-shaped orifice - (86, p. 141).

M. PAVLOVA (95, c), dans un très beau travail sur le vaisseau dorsal, adopte cette manière de voir. Le vaisseau dorsal finit, pour cet auteur, au niveau des ganglions pharyngiens antérieurs (95 b, p. 13). Seulement, PAVLOVA fait remarquer que la paroi dorsale du vaisseau se continue avec une bande musculaire plate formant coupole, qui prend attache par côté sur l'œsophage et va se fusionner en avant avec un tractus musculaire transversal et arqué, fixé latéralement aux parois de la tête. Notre manière de voir ne diffère de celle de cet auteur que pour l'interprétation de cette paroi en forme de voûte. Pour nous, ce n'est pas une formation distincte, mais la simple continuation du vaisseau dorsal. Nous admettons que l'organe se poursuit au-delà des ganglions pharyngiens, d'abord dans son intégrité sous forme de tube fermé, puis seulement par sa face dorsale et ses faces latérales en se transformant en une gouttière renversée qui sert d'appareil de distribution pour l'ondée sanguine.

Le nerf récurrent, issu du ganglion frontal, s'engage d'abord sous cette gouttière, puis dans le canal même du vaisseau dorsal, dont il perfore un peu plus bas la paroi ventrale pour la suivre jusqu'au niveau où il se renfle en un petit ganglion — le ganglion œsophagien —. Contrairement à ce que dit JANET (99, p. 300), d'après BRANDT (35), les phasmes ont un ganglion œsophagien situé dans la tête et non rejeté dans le thorax.

Pour plus de clarté, nous exprimons dans le diagramme, FIG. 30, l'ensemble de ces dispositions tel qu'il résulte de la synthétisation des coupes. L'appareil est supposé vu par la face ventrale. Le vaisseau dorsal est soutenu en avant par l'arc musculaire *am*, qui s'attache à la paroi frontale *pf*; il est largement ouvert jusqu'en *o*, où commence le trajet intracardiaque du récurrent. Les lignes transversales ponctuées indiquent les niveaux des coupes FIG. 33-36.

Les raisons, pour lesquelles nous n'admettons pas que l'appareil de distribution soit autre chose que la paroi dorsale du vaisseau prolongée sont les suivantes.

Les coupes transversales qui passent en avant des *ganglions pharyngiens antérieurs* montrent encore le vaisseau dorsal dans son intégrité, c'est-à-dire ayant encore la forme tubulaire. Il est donc certain qu'il se continue comme tel au-delà des ganglions pharyngiens antérieurs. Or, pour PAVLOVA, la bande musculaire formant toit commencerait déjà au niveau des ganglions pharyngiens antérieurs, ce qui prouve, qu'au moins sur une partie de sa longueur, cette bande musculaire se confond avec la paroi dorsale du vaisseau. Il n'y a aucune raison de supposer qu'il en est autrement pour la totalité.

D'ailleurs, les coupes sagittales qui intéressent sur toute sa longueur l'appareil de distribution le montrent constitué comme le reste du vaisseau dorsal.

Enfin, une raison tirée de l'homologie de cette formation avec celle qui termine le vaisseau dorsal des diptères confirme cette manière de voir. PANTEL(98), en étudiant l'appareil circulatoire du *Thrixion*, a montré qu'au-delà du collier suspenseur, le vaisseau dorsal est fendu verticalement et se continue par une gouttière renversée, dont les bords sont soudés aux disques imaginaires de la région. Certaines coupes montrent, en effet, que la même fibrille contractile peut appartenir pour partie au vaisseau encore fermé et à l'appareil de distribution, ce qui empêche de voir dans ce dernier quelque chose de distinct du vaisseau dorsal lui-même (op. cit. p. 175).

b) *L'appareil de soutien, relations avec le système nerveux viscéral.*

Au cours des recherches entreprises pour élucider la question du passage du vaisseau dorsal dans le collier œsophagien, nous avons été souvent frappé par les relations intimes que l'organe contracte avec une formation particulière, située sous les ganglions cérébroïdes ou un peu en arrière et se

présentant dans les coupes comme constituée par deux masses ovoïdes plus ou moins soudées l'une à l'autre et intimement accolées à l'aorte. Or, d'une part la forme générale, la position de ces deux masses nous montraient qu'il s'agissait de la première paire de *ganglions sympathiques* des auteurs; d'autre part, leur aspect s'éloignait beaucoup de celui des ganglions nerveux ordinaires. Peu à peu, notre conviction s'est faite qu'il fallait chercher une autre interprétation et nous verrons plus loin comment nous avons été amené à considérer ces corps comme formant un appareil de suspension et d'innervation pour le vaisseau dorsal, appareil que nous appellerons pour plus de brièveté *appareil aortique*. Mais comme la discussion de cette question ne peut pas se faire sans parler du système nerveux viscéral dans son ensemble, nous commencerons par rappeler quelles idées on s'est généralement faites jusqu'ici de ce système chez les insectes.

Historique. C'est J. MUELLER (28) qui en a le premier signalé l'existence chez *Periplaneta*. BRANDT (35) le retrouve chez les phasmes (*Phasma ferula*) et le décrit avec plus de détail; puis, NEWTON reprend l'étude de la blatte et confirme les descriptions de BRANDT; il indique, bien que d'une manière incomplète, les relations des deux paires de ganglions viscéraux avec le cerveau. KÖSTLER (83), croit devoir s'écarter en plusieurs points de ses devanciers. Mais HOFER (86), revenant sur des recherches relatives à la blatte, donne d'une manière tellement nette les relations des ganglions sympathiques entre eux et avec le cerveau, que depuis, tous les traités classiques (LANG, par exemple, 98, p. 544) et même des monographies (MIALL and DENNY, 86, p. 93) se contentent de reproduire les figures un peu bien schématiques et subjectives, comme nous le verrons, données par cet auteur.

En 1895, un progrès très réel est réalisé dans la connaissance des véritables rapports des parties du système. PAVLOVA, dans le mémoire cité plus haut (95, c), l'étudie chez un grand nombre d'insectes et il est remarquable que, dans ses figures, les ganglions de la première paire, au lieu d'être dessinés très écartés l'un de l'autre comme dans celles de HOFER et des auteurs, sont très souvent soudés l'un à l'autre et toujours accolés au vaisseau dorsal (Pl. I, fig. 3; Pl. V, fig. 85, 110, 106, 83).

Cette circonstance est une garantie que l'auteur a obtenu d'excellentes préparations et les a dessinées avec exactitude. Pourtant, rien n'est changé jusqu'ici dans la manière d'envisager le système nerveux viscéral. Les idées sur ce point sont toujours celles qui ont été précisées, surtout par HOFER (86), et qui peuvent se résumer de la manière suivante.

En plus du système sympathique impair, formé par le nerf récurrent issu du ganglion frontal et présentant sur son parcours d'abord un ganglion œsophagien assez petit, puis un ganglion stomacal ou deux, si la partie distale du récurrent est bifurquée, il existe (op. cit. p. 367) un système viscéral pair formé, pour chaque côté, de deux ganglions placés l'un derrière l'autre; ces ganglions sont situés symétriquement de part et d'autre du nerf récurrent. La paire antérieure est unie avec ce nerf par un large pont; la paire postérieure ne lui est rattachée qu'indirectement par deux longues bandes longitudinales. Les ganglions antérieurs se continuent en avant par un nerf qui vient du cerveau.

Avec les études de HEYMONS (97, 99), l'histoire des ganglions postérieurs ou de la deuxième paire entre dans une phase nouvelle. Ce savant démontre péremptoirement que les corps ainsi désignés ne sont pas de nature nerveuse, mais représentent des formations très spéciales auxquelles il donne le nom de *corpora allata* pour rappeler leur mode de développement.

La structure histologique qu'il assigne à ces organes chez *Bacillus rossii* se retrouve fondamentalement chez les phasmes que nous avons eu l'occasion d'étudier à ce point de vue. Nos FIG. 31, ca, et 37 montrent qu'il s'agit d'organes formés par une seule assise de cellules. Il ne nous est pas évident que la membrane interne de ces cellules soit de nature chitineuse chez les insectes que nous avons étudiés. La méthode de triple coloration fuchsi-indigo-picrique, qui est d'une très grande fidélité pour déceler la chitine, ne nous a pas donné de résultat, quand nous l'avons appliquée pour retrouver les très curieuses couches de chitine signalées dans *Bacillus rossii*.

Les ganglions de la première paire ont conservé dans les mémoires de HEYMONS leur signification traditionnelle.

C'est peu après la publication du dernier que fut faite notre communication (99) proposant une interprétation nouvelle. Dans un travail postérieur, quoique paru la même année, CH. JANET (99) émet sur la signification des *corpora allata* des vues que nous sommes incapable de discuter sur le terrain des faits; mais en nous bornant au seul point de vue qui nous intéresse ici, nous remarquons que pour cet auteur, comme pour les précédents, il existe toujours une paire de ganglions sympathiques antérieurs. La fig. 1 de sa Pl. V les représente soudés et nous notons comme très significative la remarque suivante : « Dans aucune de mes préparations, dit l'auteur (op. cit. p. 307), je n'ai pu parvenir à voir nettement les prolongements de

ces ganglions sympathiques deutocérébraux. Parfois, cependant, ils m'ont semblé innervé la partie céphalique de l'aorte. -

On a le droit d'être surpris que des mémoires plus récents semblent revenir en arrière et, ignorant ou ne discutant pas les travaux précédents, ramènent la question où elle en était à l'époque de HOFER [BORDAS (1900) (*), PIERANTONI (1900)(**)].

Comparaison avec les centres nerveux. Venons en à l'exposé des motifs qui nous inclinent à maintenir l'interprétation que nous avons proposée dans notre communication préliminaire. Ils se réduisent à des différences d'ordres très divers que l'on peut remarquer entre les centres nerveux bien caractérisés comme tels et les prétendus ganglions sympathiques.

DIFFÉRENCES HISTOLOGIQUES. Tandis que les ganglions du système sympathique impair ont dans les coupes un aspect absolument identique à celui des ganglions de la chaîne ventrale, les formations qui nous occupent ne sauraient être rapprochées d'une masse ganglionnaire quelconque sans que l'œil demeure frappé de la différence des structures. Celle-ci se rattache principalement à l'état de l'enveloppe générale et au caractère des noyaux.

Autour des véritables ganglions nerveux, il existe toujours une membrane névrilemmatique qui en arrête les contours d'une manière très nette. Chez les espèces même les moins douées à cet égard, elle porte des noyaux caractéristiques plats, petits, nombreux, que l'on voit le mieux sur les portions d'enveloppe isolées dans les coupes tangentielles de l'organe. Chez d'autres, telles que *Menexenus obtusispinosus*, c'est moins d'un névrilemme que d'une capsule qu'il faudrait parler. Dans tous les cas, il s'agit d'une

(*) Nous transcrivons de ce mémoire la note que nous lisons p. 461 : « Notre travail date de 1896. Depuis cette époque, quelques auteurs se sont indirectement (sic) occupés du sujet qui nous occupe et ont considéré le système pharyngien comme de nature non ganglionnaire. » Suit l'indication des travaux de PAVLOVA, HEYMONS, DE SINÉTY.

Sans nous attarder sur ce procédé par trop rapide de mise au point, nous ferons simplement remarquer que PAVLOVA a publié en 1895 et que son travail ne pouvait être qu'opposé aux deux autres, puisque le système pharyngien y conserve sa signification ganglionnaire. Cette inexactitude n'a pas été relevée dans l'analyse récemment consacrée par ADELUNG au mémoire de BORDAS (Zool. Centralblatt, 10 sept. 1901).

(**) La marche de notre travail ne comporte pas une critique directe de ce mémoire; toutefois, même en nous bornant à l'interprétation des figures, nous devons faire observer que nos propres dissections d'acridiens ne nous ont rien fourni qui nous permette d'en comprendre certains détails, tels que la disposition attribuée au vaisseau dorsal dans la fig. 5.

membrane adhérente, mais de caractères spéciaux aisément reconnaissables. Autour des ganglions pharyngiens, au contraire, il n'y a pas d'enveloppe.

Pour ce qui est des noyaux, on peut d'abord en signaler une catégorie qui ne fait jamais défaut dans les véritables centres nerveux : nous voulons parler de ces noyaux volumineux que l'on retrouve jusque dans le petit ganglion œsophagien et que tous les réactifs fixateurs contractent plus ou moins, souvent jusqu'à faire apparaître autour de la nucléine une large auréole. Jamais cet aspect ne se retrouve dans les noyaux des prétendus *ganglions pairs*, quel qu'ait été le mode de fixation. Par contre, on y remarque souvent des formes nucléaires que l'on ne voit jamais dans les cellules nerveuses, des formes allongées, irrégulières, qui rappellent bien plutôt des noyaux musculaires ou conjonctifs, FIG. 31, 32.

Ces différences histologiques ont dû impressionner avant nous les auteurs qui ont eu sous les yeux les deux sortes de formations. HOFER ne dessine pas les *ganglions antérieurs* avec le même aspect que les ganglions cérébroïdes et, dans son texte (p. 372), il rapproche leurs cellules des petites cellules nerveuses, rapprochement d'ailleurs forcé, car les éléments dont il s'agit diffèrent également des grandes et des petites cellules ganglionnaires. PAVLOVA, d'autre part, a bien tenu compte dans d'excellents dessins des différences que nous avons signalées, soit dans l'allure de l'enveloppe générale, soit dans celle des noyaux. Ainsi, dans sa fig. 100, le ganglion œsophagien est entouré d'un névrilemme bien arrêté, qui fait défaut autour des ganglions antérieurs, *gh*, et dans sa fig. 99, *be*, la différence est très nettement marquée entre les noyaux des deux sortes d'organes.

DIFFÉRENCES DANS L'ÉLECTIVITÉ HISTOCHIMIQUE. Si l'appareil aortique se sépare nettement des centres nerveux par les caractères histologiques de sa zone limitante et par ceux de ses noyaux, nous ne devons pas perdre de vue qu'il y existe dans les parties profondes une région fibrillaire pauvre de noyaux ou même sans noyaux, qui rappelle au premier aspect le tissu central d'un ganglion, FIG. 32, *a*. Nous ne croyons pas que la ressemblance résiste à un examen comparatif; cependant, il s'agit là de détails qui se traduisent mal dans la description; aussi avons-nous préféré ne pas en parler dans le paragraphe précédent.

Mais quoi qu'il en soit de la structure, on aurait encore pour distinguer ces régions fibrillaires dans les deux sortes de formations leur aptitude comparative à attirer et retenir certaines substances.

On sait qu'après les fixations par les liquides mercuriques un lavage

insuffisant laisse facilement un granulé de mercure dans la trame des masses nerveuses ; nous avons des préparations où tous les ganglions sont chargés de ces petites granulations ; mais à côté d'eux, la partie fibrillaire de l'appareil aortique n'en a pas.

Celle-ci, par contre, manifeste une plus grande avidité pour les matières colorantes. Quelle que soit la méthode de coloration, il est rare qu'elle ne prenne pas un ton différent de celui des ganglions. Dans les vulgaires colorations en masse par la cochenille aluno-picrique, par exemple, ce sont deux rouges qu'il est impossible de confondre. Le contraste s'accuse beaucoup plus dans l'emploi de colorants complexes aptes à donner des élections variées. Citons seulement le mélange fuchsi-indigo-picrique de CAJAL, avec lequel il nous est arrivé d'obtenir l'appareil aortique rouge, tandis que les centres nerveux étaient de couleur indigo pâle.

Cette manière de se comporter vis-à-vis des réactifs *post mortem* s'accompagne d'une différence très saillante dans la manière d'agir sur certains colorants injectés dans le corps de l'animal vivant. Le bleu d'EHRlich et très spécialement le rouge magenta se fixent énergiquement sur l'appareil aortique sans jamais colorer le moins du monde les ganglions nerveux. Le contraste est tellement criard, que nous nous sommes fréquemment servi de cette méthode des injections physiologiques pour faciliter dans les dissections la recherche de l'appareil aortique chez divers types d'insectes.

DIFFÉRENCES DANS LES RAPPORTS. Les ganglions vrais ont une manière propre et très constante de se mettre en relation avec les nerfs qui y aboutissent ou qui en partent : la continuité s'établit par une partie graduellement effilée, de telle sorte que le nerf n'est qu'un simple prolongement du ganglion et qu'il serait impossible de dire où commence celui-ci et où finit celui-là. C'est ce qui se réalise pour les centres viscéraux comme pour les centres ordinaires, pour le ganglion œsophagien, par exemple, vis-à-vis des deux segments du nerf récurrent auquel il est interposé, comme pour un ganglion de la chaîne ventrale vis-à-vis des cordons longitudinaux ou des branches latérales.

C'est aussi ce qui aurait lieu pour le ganglion antérieur par rapport au nerf pharyngien d'après la fig. 16 de HOFER et, si cette figure exprimait le véritable état des choses, il y aurait lieu d'être surpris qu'une masse ayant de telles relations avec un nerf fut autre chose qu'un ganglion nerveux.

Mais en fait, la manière dont les nerfs pharyngiens abordent les prétendus ganglions de même nom est tout autre et très spéciale.

Notre FIG. 32 (*Leptynia hispanica*) montre que, le ganglion *aa* étant effilé en avant et accolé au vaisseau dorsal *vd*, le nerf correspondant *nph* longe tout d'abord cette pointe, en lui demeurant parallèle, pour l'accoster finalement par la face ventrale. Une coupe sagittale un peu oblique peut d'ailleurs très bien expliquer l'image obtenue par HOFER. Il faut avoir des coupes horizontales pour se rendre compte de la divergence du nerf pharyngien par rapport à la pointe du ganglion. Rien ne vaut pour se convaincre de la nature de cette relation l'observation directe dans une bonne dissection. On suit nettement les nerfs pharyngiens jusqu'à la face ventrale de l'appareil aortique. Sur les coupes transversales, FIG. 35, on retrouve ces nerfs *nph* enrobés dans la profondeur de la formation massive, mais conservant longtemps leur individualité, qu'ils soient demeurés simples ou qu'ils se soient bifurqués avant de pénétrer, comme cela arrive souvent.

Une telle mise en rapport d'un ganglion avec le principal tronc nerveux qui vient y aboutir serait unique. HOFER, d'ailleurs, avait été frappé de cette allure toute particulière des fibres du nerf pharyngien au moment de leur pénétration.

Signification probable. La signification ganglionnaire étant écartée, quelle idée peut-on se faire de l'appareil aortique?

A défaut d'une interprétation complète et suivie dans tous les détails, nous croyons pouvoir le considérer en général comme un *appareil de soutien pour le vaisseau dorsal et de réception pour les nerfs qui lui sont destinés*.

L'intimité des relations contractées avec l'organe propulseur s'expliquerait mal, pensons-nous, en dehors de cette hypothèse. Les deux moitiés, gauche et droite, de l'appareil enlacent l'aorte en se fermant plus ou moins en dessous et en dessus, de manière à constituer un manchon, et les deux organes se soudent si intimement par leur surface de contact que, sur les coupes, il est impossible de distinguer la part qui revient au cœur, FIG. 35, 36. Ce n'est pas là la manière de faire d'un ganglion, même d'un ganglion viscéral, par rapport aux organes qu'il dessert : le ganglion stomacal, par exemple, qui doit innerver l'intestin, repose bien sur ce viscère, mais sans se souder avec lui.

Notons en passant que l'on n'affaiblirait pas la force de cette raison en alléguant que l'aorte n'existerait déjà plus à ce niveau, puisque nous la retrouvons à un niveau supérieur, FIG. 33.

L'étude de tout l'ensemble montre d'autre part qu'il est fortement atta-

ché et suspendu au système trachéen et nous voyons dans cette circonstance un indice de sa principale signification.

Outre son rôle fondamental qui est d'ordre chimique, le système trachéen en remplit un autre, essentiellement mécanique, qu'il tient de son origine cutanée. Tandis que les formations chitineuses développées par l'hypoderme extérieur constituent l'exosquelette, l'armature cuticulaire produite par l'hypoderme trachéen constitue une extension vers l'intérieur du système squelettique, qui forme un réseau continu souple, en même temps que résistant, admirablement adapté au soutien des organes flottants.

On reconnaîtra anatomiquement que dans un cas donné il y a prédominance de l'un ou de l'autre des deux rôles, suivant que l'on verra les trachées fournir des arborisations fines superficielles, ou pénétrer dans la profondeur sous la forme de troncs robustes et courts, sans proportion avec le système trachéolaire que l'organe peut comporter.

Ce dernier cas est précisément celui de l'appareil aortique; on est frappé du nombre et de l'importance des trachées qui l'enlacent et le traversent de part en part, FIG. 31, *tr*, et qui de fait l'immobilisent au sein de la cavité générale.

Du même coup, l'aorte, dont la paroi délicate peut bien recevoir de fines trachées servant aux échanges respiratoires, mais n'aurait pu, sans compromettre sa contractilité fonctionnelle, se souder sur une grande longueur, se trouve soutenue à un niveau fixe.

Le même appareil fonctionne enfin comme une sorte d'intermédiaire destiné à recevoir directement les nerfs puissants (nerfs pharyngiens) qui viennent du cerveau et à leur permettre de subir, dans sa masse même, les modifications de structure qui permettent à leurs éléments d'influencer les fibres contractiles de l'organe propulseur.

Reconnaissons tout de suite que nos recherches ne nous ont pas laissé voir en quoi consistent ces modifications, ni comment se fait la mise en rapport des éléments nerveux avec les éléments musculaires, soit au niveau même de l'appareil aortique, soit aux niveaux inférieurs. Il est vraisemblable que tant qu'on n'aura pas appliqué à tout cet ensemble un système d'investigation fondé sur les réductions métalliques, tel que la méthode de GOLGI, CAJAL, on ne se fera pas une idée de la nature des fibres qui constituent les nerfs pharyngiens, non plus que de leurs relations avec le deutocérébron d'une part et avec l'appareil aortique et l'aorte de l'autre. Mais en tout cas, il ne saurait être question de relations comparables à celles d'un

ganglion vrai avec les troncs nerveux. Il est possible que la masse centrale, d'aspect fibreux, dont nous avons parlé plus haut, soit partiellement constituée par l'entrelacement de prolongements nerveux, mais la masse principale englobante est d'une autre nature.

CHAPITRE IV.

Appareil respiratoire.

1. Muscles respiratoires.

Conformément à une remarque très générale de MIALL et DENNY (86, p. 160), il n'y a pas de relation étroite entre le type morphologique d'un insecte et le mécanisme de ses mouvements respiratoires. On ne saurait donc s'étonner de constater que chez les phasmes la disposition des muscles qui président à ces mouvements se rapproche de celle des locustiens plus que de celle des acridiens. Tandis que chez ces derniers la contraction de ces muscles, insérés sur des apodèmes, amène la dilatation de la cavité périintestinale, chez les phasmes, où ils vont directement du tergite au ventrite, elle en amène la diminution.

C'est ce qui ressort très nettement de tous les systèmes de coupes de l'abdomen. Sur les transversales, on voit de chaque côté deux ou trois fibres, FIG. 1, *mr*, qui isolent en dehors, sous forme de pli, la partie flexible du tégument. Sur les longitudinales, parallèles au plan sagittal, on trouve ces mêmes fibres disposées en échelons serrés, se succédant sans interruption d'un bout à l'autre de chaque segment abdominal.

2. Trachées.

Les trachées n'ont pas été de notre part l'objet d'une étude spéciale. Nous signalerons seulement un *Leptynia attenuata* femelle au stade instar, dont le système trachéen s'est montré coloré en rose. C'était la spirale chitineuse qui était pigmentée et, dans les endroits où l'on pouvait distinguer dans l'axe des trachées de nouvelle formation l'armature non encore résorbée du stade précédent, celle-ci seule était colorée.

Le fait doit être rare dans les genres européens, à en juger par les dissections faites jusqu'ici. Peut-être est-il constant ou au moins fréquent dans certains genres exotiques. Les deux exemplaires de *Phasma ferula*

disséqués par J. MUELLER avaient le système trachéen couleur pourpre (25, p. 27).

3. Système trachéolaire.

Un brusque changement d'aspect marque la transition du système trachéen au système trachéolaire qui lui fait suite. La striation caractéristique des trachées cesse et à un canal spiralé de section relativement considérable, qui s'atténue d'ordinaire assez brusquement, succède comme un pinceau ou une arborisation de canalicules beaucoup plus grêles, conservant une section uniforme sur un très long parcours et creusés dans le protoplasme de *cellules trachéolaires*.

Quand il s'agit de distribuer l'air à la surface d'un organe (intestin, glandes génitales, tubes de MALPIGHI...), les canaux trachéolaires issus d'une même trachée s'étalent sur cet organe en se mettant en rapport entre eux et avec ceux qui dépendent d'autres rameaux trachéens. Ainsi se constitue un système aérifère complexe qui a fait l'objet de plusieurs travaux, mais dans lequel pourtant plusieurs points demeurent douteux.

Nous avons cherché tout d'abord à vérifier s'il y a des *capillaires trachéolaires* au sens de WISTINGHAUSEN (90) et HOLMGREN (96), c'est-à-dire des canalicules entourés d'une gaine de cellules à petits noyaux, faisant suite aux canaux intracellulaires qui sont les origines des trachéoles. Nous n'en avons trouvé ni chez les phasmes ni dans divers autres insectes, où nous les avons recherchés. Toujours, nous avons vu les trachéoles issues d'un rameau trachéen se propager sans changer d'aspect jusqu'à leur mise en rapport immédiate avec celles issues d'un autre rameau, ou exceptionnellement avec une trachée. La FIG. 41 traduit bien à cet égard les images que nous avons toujours rencontrées; on ne saurait y reconnaître aucun indice d'un système de petits noyaux adjacents aux canalicules. La FIG. 42 est tirée d'une préparation de la gaine ovigère de *Orphania denticauda* étalée à frais sur porte-objet et colorée à refus par l'hématoxyline. On ne comprendrait pas que ce mode de préparation n'eût pas révélé les noyaux des capillaires, s'il en existait.

Une seconde question, plus difficile à résoudre que la précédente, est celle de savoir quelle est la véritable manière d'être des trachéoles : s'agit-il de canaux à parois minces, simplement accolés à l'organe qui les soutient, ou de canaux creusés dans des expansions cellulaires en forme de lames,

dont l'ensemble simulerait une véritable membrane? Au lieu de chercher à décider directement d'après les préparations empruntées aux orthoptères, il semble utile de se faire tout d'abord une idée des allures générales de la cellule trachéolaire typique, telle qu'on la trouve dans les larves et tout spécialement dans les larves de diptères.

La cellule se rencontre dans deux états limites bien différents d'aspect.

Parfois, comme sur la tunique musculaire de l'intestin des larves de *Tachina*, FIG. 38, le protoplasme est, pour ainsi parler, réduit aux parois des canaux trachéolaires. La cellule a son noyau près de l'extrémité du rameau trachéen correspondant, *nct*, et ses branches sont indépendantes les unes des autres, comme celles d'un buisson. On ne voit, à proprement parler, qu'un système de tubes ramifiés, sauf çà et là aux bifurcations où l'on retrouve quelques deltas de protoplasme, FIG. 38 et 40, *dpr*, indices précieux d'ailleurs, car ils fournissent la preuve que, dans les autres endroits, le corps cellulaire ne s'étend pas au-delà des parois de la trachéole. Si nous supposons plusieurs cellules de ce type anastomosées entre elles, l'ensemble constituera un filet à grandes mailles, non une membrane proprement dite.

D'autres cellules trachéolaires des mêmes larves, par exemple certaines cellules flottantes qui vont des trachées profondes à la paroi musculo-cutanée, montrent des caractères tout différents, FIG. 39. Le corps protoplasmique est laminaire, bien que divisé plus ou moins profondément par des incisures anguleuses ou des golfes arrondis; les trachéoles s'y présentent manifestement comme des canaux qui courent en se ramifiant dans l'épaisseur de la lame. Un ensemble de cellules pareilles, qui s'uniraient par leurs parties saillantes et dans lesquelles les trachéoles courraient de cellule à cellule, constituerait une membrane perforée, à lacunes anguleuses ou arrondies, qui tendrait à prendre l'aspect d'un filet à proportion que les expansions protoplasmiques se réduiraient en largeur.

C'est précisément sous la forme d'une membrane fenêtrée répondant assez exactement à ces caractères que se montre à nous l'enveloppe lâche, riche en canaux aérifères, que tous les auteurs décrivent autour des gaines ovigères sous le nom de *membrane péritonéale*. Nous reproduisons, FIG. 41 et 42, les aspects les plus caractéristiques sous lesquels elle se présente chez les phasmes et les locustiens.

La FIG. 41 est empruntée à une préparation obtenue en étalant sur porte objet un lambeau de la membrane péritonéale d'une gaine de *Leptynia*

hispanica. Aux faibles grossissements, cette préparation ne montre guère qu'un réseau irrégulier de filaments allant de trachée à trachée. Mais avec un bon objectif, on peut reconnaître que ces filaments, pris tantôt pour des fibres conjonctives, tantôt pour des muscles, sont des rubans plus ou moins étroits de protoplasme logeant une ou plusieurs trachéoles que l'on peut suivre dans les cas favorables jusqu'à leur origine.

Il est à remarquer que ces canalicules ne se terminent pas librement, comme c'est souvent le cas chez d'autres insectes, dans les larves de muscides par exemple; dans la règle, ils se mettent en relation anastomotique avec d'autres canaux de manière à circonscrire des mailles fermées.

Les noyaux siègent de préférence dans une lame élargie de protoplasme près de la trachée d'origine, n_1 , n_2 , n_3 .

Chez les locustiens, et probablement chez beaucoup d'autres insectes, l'aspect de la membrane péritonéale est un peu différent dans les détails, identique quant au fond, FIG. 42 (*Orphania denticauda*). La membrane, toujours en continuité avec les ramifications terminales des trachées, est percée de fenêtres à contour arrondi. Sa structure paraît fibrillaire au premier aspect; mais l'examen à un plus fort grossissement montre qu'ici encore l'apparence de fibrilles est trompeuse et due à des trachéoles.

Chez d'autres espèces, les fenêtres pourront être plus petites ou plus rares et la membrane tendra de plus en plus à devenir continue.

Quelle est maintenant la véritable nature de cette membrane?

Pour la généralité des auteurs, c'est une formation complexe comprenant un substratum conjonctif sous forme de couche continue et un réseau de canaux aérifères. Quant à nous, nous ne pouvons lui attribuer que la constitution hypothétique à laquelle nous avons été conduit par l'étude individuelle de la cellule trachéolaire. Nous la considérons comme un système de cellules de cette sorte, soudées protoplasme à protoplasme, trachéole à trachéole, sans limites de séparation perceptibles (*).

Un coup d'œil comparatif sur les figures que nous venons de parcourir permet tout d'abord de reconnaître que l'hypothèse proposée est suffisante pour rendre compte de ces images. Les FIG. 39 et 42 correspondraient à de larges cellules à corps protoplasmique peu découpé, à bras lobiformes, cir-

(*) L'idée d'une soudure de tronçons de trachéoles appartenant à des cellules différentes en un tube d'apparence continue n'a rien que de conforme aux caractères généraux des canaux intracellulaires. C'est ainsi, par exemple, que les choses se passent chez les néphridies des hirudinées, si bien étudiées au point de vue cytologique par BOLSIUS (89).

conscrivant par leurs unions latérales des mailles relativement étroites. Les FIG. 38 et 41 représenteraient des cellules à bras protoplasmiques rétrécis, libres ou s'anastomosant de manière à délimiter de grandes lacunes anguleuses.

Il y a plus, la comparaison attentive des noyaux, dans ces diverses images, montre qu'ils sont absolument pareils et, comme il faut nécessairement que quelques uns d'entre eux aient la signification de noyaux des cellules trachéolaires, il faut étendre à tous cette signification.

Leur mode de distribution fournit d'ailleurs un appui sérieux à cette manière de voir. Si l'on examine les préparations de phasmes à un faible grossissement, de manière à avoir dans le champ du microscope une grande étendue de membrane et à pouvoir comparer région à région, on est frappé de voir une grande accumulation de noyaux aux origines des buissons trachéolaires, indiquant qu'il y a là un groupe de cellules trachéolaires d'origine, lesquelles ne diffèrent des cellules *trachéolaires intermédiaires* (correspondant aux capillaires de WISTINGHAUSEN) que par la situation proximale de leur noyau. Cette circonstance nous paraît inexplicable en dehors de l'hypothèse proposée.

Après l'exposé qui précède, il est naturel de se demander si beaucoup de membranes de nature mal déterminée comme celles que l'on désigne sous le nom d'*adventitia*, de *membranes conjonctives*, ne sont pas de simples systèmes de cellules trachéolaires plus ou moins fusionnées. On pourrait appuyer cette manière de voir sur beaucoup de dessins des anciens auteurs, d'ailleurs très bons. Qu'il suffise d'en signaler un de LEYDIG (55, fig. 53), qui ne comporte pas d'autre interprétation.

En attendant que de nouvelles recherches viennent éclaircir la question des trachéoles ainsi généralisée, il ne semble pas trop téméraire d'admettre que le septum péricardial lui-même pourrait bien n'avoir pas une autre signification. Les dessins de GRABER, dans son mémoire sur le vaisseau dorsal (72), sont très conformes à cette hypothèse. La fig. 11 en particulier rappelle trop bien l'aspect d'une membrane trachéolaire la mieux caractérisée, pour que nous croyions nécessaire d'insister sur le rapprochement.

Bon nombre de remarques faites par l'auteur, au cours du même mémoire, sont bien de nature à confirmer cette interprétation; par aucun moyen, on ne réussit à isoler des fibrilles en dissociant ce tissu (p. 165); il a une très grande résistance aux acides, aux alcalis, ce qui fait penser à des épaissements chitineux (p. 170). La paroi trachéolaire, en effet, sans être

renforcée comme la paroi trachéenne par un filament spiral, est néanmoins modifiée en une couche cuticulaire et participe aux réactions de la chitine. Pour distinguer les fibrilles conjonctives des terminaisons trachéennes, GRABER invoque leur continuité avec celles qui forment l'*adventitia* du vaisseau dorsal. Mais cette *adventitia* pouvant n'être elle-même qu'une membrane trachéolaire, il n'y aurait dans ces relations de continuité qu'une indication de plus tendant à faire considérer les deux formations comme des systèmes de cellules trachéolaires.

Encore un fait assez significatif, nous semble-t-il. D'après VOSSELER, nous l'avons déjà fait remarquer, il n'y a pas de septum péricardial proprement dit chez *Bacillus rossii*. D'où vient cette absence, sinon de ce fait que, chez les phasmes, les cellules trachéolaires ne forment pas de larges bandes et qu'au lieu de constituer des membranes fenêtrées comme chez beaucoup d'autres insectes, elles se soudent en un réseau à mailles si larges et à bras si grêles, que personne ne s'aviserait de considérer comme une membrane le système qui résulte de cette soudure?

Nous ne pouvons abandonner ce sujet sans rapprocher les vues que nous venons d'exposer, relativement aux *membranes conjonctives* des insectes, de celles que LOWNE a adoptées dans sa monographie de la mouche à viande.

Cet auteur (90, p. 273) parle d'un réseau cœlomique qu'il rapproche du tissu adénoïde des vertébrés, formé de cellules étoilées et de lames endothéliales dans lesquelles seraient creusés les plus fins capillaires trachéens.

Notre manière d'envisager les membranes péritonéales et analogues coïncide presque avec cette idée, sauf pour ce qui concerne le rapprochement avec le tissu adénoïde.

Nous différons pourtant du savant professeur anglais, en ce qu'il ne considère la présence des trachéoles dans les éléments de son réseau cœlomique que comme un phénomène secondaire, tandis que ces éléments ne sont pour nous primitivement que des cellules à trachéoles.

Enfin, il faut encore rappeler que, suivant le même auteur, le réseau adénoïde fournirait une enveloppe aux trachées elles-mêmes. Nous n'avons pas pu vérifier ce fait. Aurait-il été énoncé sous l'influence d'un rapprochement involontaire avec les *vasa vasorum* des animaux supérieurs?

CHAPITRE V.

Formations hémostéatiques.

Sang. Le plasma est d'un beau vert dans toutes les espèces où nous l'avons examiné. Cette circonstance, rapprochée du fait que les téguments de même teinte étudiés chez d'autres phasmes (*Phyllium*) par BECQUEREL et BRONGNIART (90) ont montré un spectre d'absorption que ces observateurs ont cru pouvoir identifier avec celui de la chlorophylle, nous a suggéré l'idée de rechercher s'il en serait de même du pigment sanguin; à plusieurs reprises, du sang très frais a été soumis à l'examen microspectroscopique par la méthode de la goutte suspendue, sans que nous ayons pu obtenir des bandes d'absorption un peu caractérisées. D'ailleurs, nous devons ajouter que nous n'avons également obtenu que des résultats négatifs, quand nous avons remplacé la goutte de sang par un fragment de tégument vert.

Les amibocytes se reproduisent par voie indirecte dans la masse circulante; les figures de division que nous avons pu observer ne se présentent pas avec des caractères exceptionnels; une numération très approximative permet toutefois de se rendre compte que le nombre des chromosomes n'excède pas beaucoup 30.

Cellules péricardiales. A la dissection, les cellules péricardiales se montrent toujours teintées en vert foncé tournant vers le bleu. Elles se sont comportées dans les injections physiologiques comme elles ont coutume de le faire chez les autres orthoptères. Les injections d'encre de Chine pour la recherche des organes phagocytaires ne nous ont pas montré que ceux-ci soient localisés comme chez les acridiens, par exemple; il est probable que les amibocytes sont seuls chargés de la fonction phagocytaire.

Œnocytes. Nous avons signalé, en parlant de l'hypoderme, la présence des œnocytes; ils constituent comme une couche sous-hypodermique en plusieurs endroits; en réalité, ils sont entourés de cellules hypodermiques banales, FIG. 2. Leur protoplasme est granuleux et renferme de nombreuses vacuoles. Dans le noyau très volumineux, on voit un nucléole vacuoleux. Nous ne pouvons rien dire sur le fonctionnement et le rôle de ces cellules chez les phasmes. Il n'y a pas d'œnocytes ailleurs que dans l'hypoderme; ils manquent par exemple totalement dans le corps adipeux.

Cellules adipeuses. On sait que, chez les orthoptères, on peut rencontrer dans le corps adipeux, sans parler des œnocytes, trois sortes de cellules :

- a) cellules adipeuses proprement dites,
- b) cellules à urates,
- c) cellules à bactéroïdes.

Ces dernières, d'un aspect très caractéristique chez la blatte, par exemple, manquent totalement chez les phasmes que nous avons étudiés.

Les cellules à urates y sont abondamment représentées. Leurs concrétions se dessinent en arborisations élégantes sur les lobes adipeux; mais nous ne sommes pas arrivé à nous convaincre que ces arborisations correspondent à des prolongements cellulaires, tels que les admet CUÉNOT (95, p. 299). Certains aspects de nos coupes seraient même peu favorables à cette manière de voir.

Les cellules adipeuses sont des éléments géants; celle que nous reproduisons, FIG. 45, à gauche, mesure $54\ \mu$ dans son plus grand diamètre. Leur aspect varie beaucoup suivant l'âge et l'état physiologique, le cytoplasme pouvant être à peu près homogène ou entièrement encombré de boules graisseuses. On pourrait signaler comme détail, d'ailleurs très ordinaire dans cette catégorie de cellules, la présence de condensations ergastoplasmiques.

Le noyau au repos se présente sous la forme d'une vésicule volumineuse relativement claire, mais où la nucléine est très morcelée. Ces sortes d'éléments sont susceptibles de se diviser par cinèse (*) et nous devons nous arrêter sur quelques particularités du processus.

1. La division se produit sans qu'il y ait retour à l'état embryonnaire; aussi, comme on peut le voir dans les FIG. 43-45, le mouvement cinétique se localise autour du noyau, la partie périphérique du cytoplasme conservant son état vacuoleux, comme cela est fréquent chez les cellules végétales.

2. A la prophase, les tronçons du boyau nucléinien se montrent creusés suivant leur axe d'une cavité tubulaire. Cette disposition de la nucléine pourrait bien indiquer un commencement de division longitudinale des chromosomes. Il suffirait de concevoir que le clivage, d'abord axial, se

(*) Le premier exemplaire sur lequel nous avons trouvé des figures de division était une femelle adulte très épuisée par le parasitisme, — elle hébergeait plusieurs larves de *Thrixion* —. Les figures étaient tellement abondantes, que nous croyions pouvoir attribuer cette pullulation à une réaction provoquée par le parasitisme. De fait, il ne nous est jamais arrivé depuis de rencontrer les mêmes figures chez des adultes; par contre, elles sont très nombreuses chez les larves normales.

complète progressivement suivant un plan privilégié. Nous n'avons sur ce point aucune observation décisive; ce qui se voit bien clairement, c'est la section annulaire des chromosomes et l'on ne conserve aucun doute sur la réalité de la cavité tubulaire.

Il convient de rappeler ici qu'une structure nucléaire très analogue a été signalée par CARNOY dans des noyaux de cloporte (85, p. 232, fig. *a*, *b*). Sans le dire explicitement, l'auteur semble bien supposer qu'il décrit un noyau quiescent, mais tous les caractères de l'image : la robusticité du boyau, sa distinction, tous les détails de structure, — nous inclinent à supposer que le savant maître a eu affaire à une prophase.

3. A la métaphase des cellules adipeuses, le nombre des chromosomes chez *Leptynia attenuata* dépasse 100, FIG. 45-46 et PHOT. 164, alors qu'il oscille autour de 36 dans les divisions somatiques ordinaires et qu'il tombe à 18 dans les cinèses sexuelles.

Nous avons là une exception nette à la règle très générale de la constance du nombre des chromosomes dans les cellules somatiques. On sait que chez les végétaux, toutes les fois que ce nombre est élevé, il est fréquent de le voir varier entre des limites plus ou moins écartées. Chez les animaux, on connaît aussi quelques exemples de variabilité : chez l'homme, par exemple, FLEMMING (88) a trouvé un nombre compris entre 22 et 28 dans les cellules de la cornée, alors que les spermatocytes de premier ordre ont 8 chromosomes.

Nous avons dessiné, FIG. 44, une de ces métaphases vue de profil. La forme très surbaissée du fuseau est à remarquer; on devine aussi le grand nombre des chromosomes, mais on ne peut faire une bonne numération que sur des couronnes vues de face.

CHAPITRE VI.

Appareil génital femelle.

§ 1. Anatomie macroscopique.

a) *Disposition générale.*

Les gaines ovigères ne sont ni massées, ni entourées d'une enveloppe commune comme dans la plupart des orthoptères, mais espacées et libres sur tout leur trajet moyen. Ce caractère est évidemment en rapport avec

la forme en bâtonnet de l'insecte; la FIG. 47, qui représente les ovaires de *Leptynia attenuata*, va nous servir pour étudier l'allure générale de ces organes.

Par leur extrémité inférieure, les gaines s'insèrent les unes derrière les autres sur la face interne de la trompe correspondante. Chez *Leptynia attenuata*, la première insertion se fait au niveau du troisième segment abdominal et la dernière au niveau du sixième environ. Les espaces qui séparent les points d'insertion sont sensiblement égaux.

De même que chez les autres orthoptères, les gaines ne s'insèrent pas directement sur la paroi même de la trompe; mais celle-ci envoie à la rencontre de chaque gaine un bras creux assez court, le calyculé, qui se met en rapport avec la base du tube ovarien et lui sert de support de réception.

La FIG. 50, empruntée à une coupe passant par l'insertion d'une gaine, *tr*, montre cette mise en rapport, et l'étude histologique prouve clairement que les calyculés ont la même structure que la trompe, structure d'ailleurs très différente de celle de la gaine.

Le nombre des gaines varie avec les genres et les espèces; tandis que chez *Leptynia* nous en trouvons 7 ou 8 de chaque côté, on en compte 17 à 19 dans le genre *Bacillus* et jusqu'à 50 dans certains genres exotiques examinés (*Carcharus*). On remarque une certaine variabilité d'individu à individu et même de côté à côté dans un même individu.

Chaque gaine se continue en avant par un ligament suspenseur d'aspect fibrillaire, FIG. 50, *cs*, ordinairement très long, qu'il n'est pas toujours aisé de suivre jusqu'à sa terminaison. Les espèces de grande taille sont les plus favorables à l'étude de ce détail. J. MUELLER a sans doute bénéficié de cette circonstance, ayant soumis à la dissection le plus gros phasme qui ait pu être étudié jusqu'ici, si nous exceptons *Carcharus maximus*, dont nous avons reçu récemment quelques exemplaires qui mesuraient jusqu'à 23 centimètres. Aussi n'y a-t-il que de la justice à constater que cet observateur a fort bien vu comment se terminent les cordons d'attache des gaines. Notre FIG. 52 est la reproduction de la fig. 21 de sa Pl. LI; on y voit en *a*, *b*, l'extrémité des ligaments aboutir à une formation d'aspect fibrillaire, *cc*, transversale ou oblique par rapport à leur direction, longitudinale par rapport à l'animal, avec laquelle ils se mettent en continuité en s'élargissant sensiblement. C'est ce mode de terminaison que nous trouvons dans nos espèces et dont nous donnons un exemple, FIG. 51, *cs*.

MUELLER a été moins heureux en prenant pour le vaisseau dorsal le cordon désigné par *cc* dans sa fig. 21 et par *cl* dans notre FIG. 51 (*).

Ce cordon court en réalité à côté du vaisseau dorsal; sa structure est semblable à celle des ligaments suspenseurs qui viennent s'y insérer; il se prolonge en haut comme en bas de ces insertions pour se fusionner finalement avec le septum péricardial. Dans nos descriptions, il sera désigné sous le nom de *cordón juxtacardial*. La FIG. 51 résume ce qu'il y a de plus essentiel dans sa manière d'être et dans ses rapports. Ce cordon *cl* est nettement séparé du vaisseau dorsal *vd*; après avoir reçu successivement les terminaisons des filaments suspenseurs, dont la dernière seule est représentée sur la figure, *cs*, il s'atténue en une partie mince, *ai*, laquelle va se perdre au milieu du tissu complexe qui sert de support aux cellules péricardiales.

Chacun des ovaires se présente par suite comme une sorte d'échelle, dont les montants seraient représentés par la trompe et le cordon juxtacardial, les échelons très obliques, par les gaines ovigères.

Cette disposition en échelle, déjà saisissable chez les *Leptynia*, est encore plus manifeste dans les genres où les gaines sont plus nombreuses, par exemple dans le genre *Bacillus*. La FIG. 48 en donne une idée. Dans la dissection, la trompe a été tirée sur le côté et vers le haut pour diminuer l'obliquité des ligaments et rendre leurs insertions plus distinctes.

Les différences que l'on observe d'un type à l'autre tiennent à ce que les insertions des ligaments peuvent commencer à des niveaux différents et se distribuer sur une longueur plus ou moins considérable.

A ce point de vue, le cas de *Leptynia* serait typique comme forme de transition entre deux cas extrêmes : celui où les insertions se font sensiblement à un même niveau (la plupart des insectes), et celui où elles s'étagent sur une grande étendue, suivant une ligne parallèle au vaisseau dorsal et aux trompes (*Bacillus*, parmi les phasmes européens, et les genres exotiques dont il est question dans ce travail).

Notons cependant que, pour reproduire dans tous ses traits le type commun, les insertions dans *Leptynia* devraient non seulement se concentrer davantage, mais surtout se réunir en un suspenseur commun.

Ces remarques, en même temps qu'elles traduisent les dispositions que nous voulions faire connaître, nous permettent de comprendre comment les

(*) Bien que l'opinion de MUELLER sur la communication des gaines avec le vaisseau dorsal et sur l'irrigation directe des œufs qui en serait la conséquence ait été réfutée à plusieurs reprises, il ne semble pas que personne ait rendu compte de sa méprise.

observateurs qui ont disséqué des phasmes ont pu être diversement impressionnés suivant le type qu'ils ont eu à leur disposition.

J. MUELLER a disséqué un insecte où les insertions se distribuent sur une grande longueur; il a bien vu leur distinction, mais il s'est mépris sur la nature de la formation longitudinale qui en réunit les insertions.

DUFOUR et LABOULBÈNE, qui ont étudié le *Bacillus gallicus*, ont trouvé que les gaines s'attachent à un ligament commun. Nous ne verrions pas d'in vraisemblance à ce que leur idée leur fut venue à la suite d'un accident de préparation, qui aurait rompu l'attache inférieure du cordon juxta-cardial. Cependant, le rapprochement fait par ces auteurs avec le mode de suspension réalisé chez les mantiens, où l'on observe un cordon unique très net, paraît à peine compatible avec une interprétation indulgente.

Les auteurs postérieurs reproduisent généralement les données de MUELLER ou de DUFOUR, sans les appuyer sur des recherches personnelles, — jusqu'à HEYMONS qui, récemment (97), a attribué aux ovaires de *Bacillus rossii* une disposition conforme à celle décrite par MUELLER, sans s'expliquer sur les détails de cette disposition.

Presqu'à la même époque, PANTEL (98, p. 64) s'est occupé incidemment de l'appareil génital femelle des phasmes, qu'il a étudié chez le *Leptynia hispanica*. Le cordon longitudinal d'attache est très malaisé à mettre en évidence dans cette espèce. L'auteur s'est principalement attaché à écarter l'idée d'un suspenseur commun en affirmant l'existence d'une insertion propre à chaque gaine ovigère, corrigeant en cela des erreurs qui se transmettaient dans les ouvrages. Sa description, exacte sur ce point, est inexacte en ce qu'elle présente le ligament comme tubulaire, et incomplète pour ce qui regarde l'autonomie du cordon juxtacardial.

Signalons enfin un détail remarquable tout à fait typique chez les phasmes, qui semble avoir échappé aux observateurs précédents et sur lequel le même auteur a justement appuyé (op. cit. p. 65). Chacune des trompes se prolonge, en avant de l'insertion de la dernière gaine, en une partie effilée qui abandonne la région dorsale de l'animal pour venir s'insérer ventralement dans la région supérieure du deuxième segment abdominal (*).

(*) Cette disposition anatomique s'était montrée constante dans toutes les espèces jusqu'ici étudiées. Tout récemment, pendant l'impression de notre travail, nous avons eu l'occasion de disséquer quelques exemplaires de *Carcharus maximus* femelles, dans lesquels il nous a été impossible de la retrouver, bien que les organes fussent très suffisamment conservés. Dans cette espèce, les gaines s'insèrent sur des calices qui, vers l'extrémité antérieure de la trompe, s'allongent de plus en plus; la trompe elle-même nous a paru se terminer par un de ces calices.

Cette particularité, quelle qu'en soit la signification morphologique, intervient certainement dans la torsion qui se produit dans les trompes au cours du développement des œufs et qui a longtemps servi de base à l'opinion erronée de l'insertion externe des gaines.

Le mode d'attache de ce prolongement ventral est assez variable suivant les espèces. L'insertion peut être strictement hypodermique ou même cuticulaire à la manière d'un muscle (*Menexenus*); d'autres fois, un corps intermédiaire semble s'interposer. Nous donnons, FIG. 49, une insertion de ce dernier mode empruntée au *Leptynia attenuata*. Le prolongement, *prv*, se perd dans un lobe adipeux, *la*, de forme triangulaire, qui tient d'une part à une forte trachée, *tr*, de l'autre à un nerf issu du premier ganglion abdominal, *gn*, et qui va à la rencontre de la trompe : on dirait que dans ce cas l'attache, au lieu de se faire sur l'exosquelette, se fait simplement sur la charpente trachéenne qui en est une extension.

b) *Organes annexes de l'appareil génital.*

Sur la face dorsale de l'utérus, FIG. 61-63, *u*, est couché un vaste récessus à parois minces : la poche copulatrice, *pc*. Elle adhère à l'oviducte et se termine en avant par une partie atténuée, parfois légèrement bilobée, à peu près au niveau où les deux trompes se réunissent pour former l'oviducte commun. A l'extrémité (*) de la poche copulatrice sont fixés deux muscles d'allure assez spéciale, qui vont prendre attache sur la cuticule au milieu du VII^e ventrite abdominal. L'orifice de la poche copulatrice est situé au même niveau que celui de l'oviducte. Ce dernier ne porte, à proprement parler, aucun appendice et nous n'avons pu trouver de glandes débouchant sur sa face dorsale analogues à celles qu'a décrites MUELLER chez *Phasma ferula*.

La poche copulatrice, au contraire, est en relation avec divers appendices, que nous décrirons d'abord tels qu'ils se présentent dans les genres européens *Leptynia* et *Bacillus*, puis dans quelques genres exotiques.

Chez *Leptynia*, FIG. 61, existent deux cœcums latéraux pédiculés, débouchant sur la face ventrale de la poche copulatrice et fonctionnant comme réceptacles du sperme, *pl*; on les trouve aplatis et vides chez les femelles non fécondées. Ces poches latérales sont en général pourvues d'un petit prolongement lobiforme, une sorte d'éperon. Dans le même genre, on trouve encore un petit cœcum médian débouchant sur la face dorsale de la poche copulatrice, tout contre l'orifice d'imprégnation.

(*) Sur la face ventrale et assez en arrière chez *Carcharus*.

Dans le genre *Bacillus*, FIG. 62, les cœcums latéraux sont très réduits. Au contraire, le cœcum médian dorsal est bien développé et a tous les caractères d'une spermathèque. Nous l'avons toujours trouvé vide, il est vrai, mais cela n'a pas lieu de surprendre, si l'on se rappelle que le mâle de cette espèce est introuvable. Les cœcums latéraux existent, mais sont fort peu développés.

La forme et le développement de ces appendices, tout en restant fidèles au type fondamental, affectent chez les espèces exotiques des modalités très diverses. Nous n'avons pas trouvé deux espèces exactement semblables à cet égard et tout fait présumer qu'il faudrait explorer des représentants des tribus les plus éloignées, dans cette immense famille des phasmes, pour acquérir une idée un peu complète de ces variations. Nous donnons, à titre d'exemple, les résultats fournis par quelques espèces.

Chez *Menexenus obtusespinosus*, la spermathèque est double, FIG. 63, *sp*; les appendices latéraux, *pl*, ont un aspect franchement glandulaire; ce sont pour chaque côté deux tubes très longs, flexueux, ramassés en un peloton serré (développé sur le schéma), qui débouchent par un tronc commun sur la face latérale de la poche copulatrice. Tout porte à croire que les glandes décrites par MUELLER (op. cit. 25, Tab. LI, fig. 1, *y*) ne sont pas des formations différentes; s'il les fait déboucher dans l'oviducte, c'est sans doute qu'il n'est pas parvenu à bien isoler la poche copulatrice.

Chez *Clitumnus patellifer*, les cœcums latéraux, d'aspect glandulaire, se retrouvent, mais les deux médians, au lieu d'être piriformes comme chez *Menexenus*, sont assez allongés.

Enfin chez *Dixippus morosus*, les poches latérales, toujours glandulaires, pelotonnées et issues d'un tronc commun, sont ramifiées un plus grand nombre de fois. La spermathèque est unique et rappelle de très près celle de *Bacillus*.

c) Développement des organes génitaux externes.

Avant de reprendre l'étude de détail de l'appareil génital au point de vue histologique, nous ajouterons, à ces données sur la grosse anatomie, quelques indications sur le développement des valvules de l'oviscapte et de la plaque sous-génitale.

HEYMONS (97) a déjà signalé les premiers rudiments de ces parties sur les segments VIII et IX de la jeune larve à la sortie de l'œuf. Notre but, en mettant sous les yeux du lecteur les FIG. 63 à 69, est de lui permettre d'en suivre pas à pas l'évolution chez *Leptynia attenuata*.

Les valvules inférieures se développent aux dépens du VIII^e segment, les valvules supérieures et supéro-internes aux dépens du IX^e, conformément à la loi générale énoncée par BRUNNER dans son excellent mémoire : *Die morphologische Bedeutung der Segmente...* (76).

Tout en restant conforme à ce type, le développement des valvules de l'oviscapte et de l'opercule sous-génital présente chez les diverses espèces des particularités d'ordre secondaire. A l'éclosion, la forme des parties peut être très arrêtée (*Bacillus gallicus*) ou vaguement indiquée (*Dixippus morosus*). Détail plus imprévu : dans cette dernière espèce, le modelage des valvules inférieures se fait à découvert (stades II et III), au lieu d'être dissimulé sous la plaque sous-génitale, dont le développement est plus tardif. De plus, si l'on suit comparativement les divers individus de même âge, on ne tarde pas à constater qu'ils se partagent en deux lots à peu près équivalents : dans l'un, le développement est symétrique, — ce sont des femelles normales — ; dans l'autre, il est plus ou moins dissymétrique, — ce sont des femelles malformées par suite d'une tendance plus ou moins marquée à l'hermaphrodisme —. Il s'agit là d'une particularité qui, en raison de sa fréquence, prend un intérêt spécial ; nous nous contentons, pour le moment, de la signaler, nous réservant d'en reprendre l'étude détaillée.

d) *Comparaison avec les autres types.*

L'appareil génital femelle des phasmides se distingue de celui des autres orthoptères par plusieurs particularités signalées au cours de la description que nous en avons faite : absence d'une membrane d'enveloppe commune, insertions des gaines sur la trompe très espacées, insertions des ligaments suspenseurs à des niveaux différents sur un cordon juxta-cardial, attache ventrale de l'extrémité de la trompe. C'est peut-être chez les thysanoures qu'il faudrait chercher des dispositions comparables. Il est impossible, en effet, de ne pas être saisi par la ressemblance générale des ovaires d'un jeune *Japyx* (fig. de GRASSI, 88) avec ceux d'une larve de phasmide. Il y a en plus la régularité de la métamérisation, et en moins, autant que nous pouvons en juger sur une figure, le cordon juxta-cardial et surtout le prolongement supérieur de la trompe, laquelle paraît se terminer chez *Japyx* par une gaine ordinaire (*).

(*) Le *Carcharus maximus*, dont les trompes paraissent être dépourvues de prolongement, aurait ce trait de ressemblance de plus avec les thysanoures.

A l'intérieur de l'ordre des orthoptères proprement dits, ce sont les acridiens qui, pour plusieurs raisons anatomiques et de l'aveu de tous les systématistes, se rapprochent le plus des phasmes.

La trompe, dans cette famille, se prolonge en un tube glandulaire qui peut être considéré comme correspondant à la partie terminale du même organe chez les phasmes, mais ce prolongement suit, chez les acridiens, la même direction que les ligaments suspenseurs et l'insertion ventrale de la trompe reste une particularité remarquable, jusqu'ici propre aux phasmides.

A l'égard des annexes, c'est encore avec une tribu d'acridiens que nous trouvons les analogies les plus étroites. Le manque de matériel ne nous a pas permis de faire nous-même la comparaison d'après les objets; mais si nous partons de la description et de la figure de FÉNARD (96, p. 108; Pl. 28, fig. 10), il est indubitable que la poche copulatrice et la spermathèque des phasmes se retrouvent chez les tettigidés. On relèverait des différences de forme et de développement, mais les rapports des parties sont les mêmes.

§ 2. Anatomie microscopique.

a) *Les gaines ovigères.*

Les gaines appartiennent au type le plus simple, comme c'est la règle ordinaire chez les orthoptères; la représentation schématique d'une gaine de phasmide ne s'éloignerait pas du tout de la fig. 1 de KORSCHULT (86, p. 539), qui représente celle d'un locustien (*Decticus bicolor*) (*). Les chambres ovulaires se succèdent sans interposition de chambres vitellines.

Adoptant la marche suivie dans le mémoire précité, nous étudierons successivement :

- 1) le ligament suspenseur, et à cette étude se joint naturellement celle du cordon juxta-cardial;
- 2) la chambre terminale;
- 3) la gaine proprement dite, c'est-à-dire la partie comprenant les chambres ovulaires.

1) *Cordon juxta-cardial et ligaments suspenseurs.*

Le cordon juxta-cardial et les ligaments suspenseurs des gaines ont la même structure histologique, structure souvent décrite pour ces derniers. Nos propres recherches ajoutent peu de choses à ce qui en a été dit par

(*) *Platypleis bicolor* de la systématique actuelle.

KORSCHOLT (86, p. 559). Nous retrouvons l'aspect fibrillaire signalé par cet auteur; le fond du tissu semble formé de protoplasme, au sein duquel se trouveraient plongés des noyaux de forme ovale disposés assez régulièrement. Il est impossible de découvrir autour d'eux des territoires individualisés par des membranes cellulaires.

Dans un cas particulier, le territoire propre d'une cellule peut toutefois devenir distinct. Le remaniement qui se fait dans le protoplasme, au cours des phénomènes cinétiques, peut effacer la structure fibrillaire dans la cellule qui en est le siège et cette circonstance, jointe à la taille toujours plus grande des éléments en division, est très favorable à la révélation des contours cellulaires. Nous donnons, FIG. 53, *nm*, un exemple d'une cellule ainsi individualisée; les chromosomes sont réunis au milieu d'une masse protoplasmique granuleuse à contour losangique, allongée dans le sens de la longueur du cordon.

Il est permis de supposer d'après cette image que les cellules quiescentes sont elles-mêmes fusiformes, mais sans doute proportionnellement très allongées. L'état fibrillaire de l'ensemble dépend, vraisemblablement, à la fois de la structure propre des corps cellulaires et des membranes cellulaires elles-mêmes, qui ont pu prendre un aspect de trabécules flexueuses, un peu comme il arrive dans un faisceau de cellules musculaires lisses chez les vertébrés.

Nous avons remarqué qu'il n'y a pas lieu d'attacher une grande importance à la forme plus ou moins allongée que présentent, suivant les cas, les noyaux du ligament suspenseur. Au lieu de répondre à des caractères spécifiques, ces changements de forme sont une suite de l'état de distension plus ou moins prononcée du ligament. Cet état n'influe pas seulement sur les noyaux, mais aussi sur le cytoplasme : c'est un fait bien connu qu'une cellule étirée physiologiquement ou mécaniquement prend un aspect fibrillaire.

Il existe entre le commencement du ligament suspenseur proprement dit et la chambre terminale une région de transition, dans laquelle les noyaux, au lieu d'être allongés dans le sens de la longueur du cordon, le sont dans le sens transversal, FIG. 53, *n*. Ces éléments diffèrent-ils essentiellement de ceux des cordons? Nous ne le pensons pas; mais nous croyons retrouver dans cette couche d'aspect un peu spécial l'homologue des cellules qui séparent, d'après GROSS (1900), le ligament et la chambre terminale chez les hémiptères. Nous ne nous écarterons des vues de cet auteur que

sur un point. D'après GROSS, la membrane basale de la gaine formerait au sommet de la chambre terminale une calotte complète, de telle sorte que dans une coupe axiale on la rencontrerait sous la forme d'une ligne nette séparant le ligament suspenseur du haut de la gaine.

Nous croyons plutôt à la continuité entre la membrane basale de la gaine et celle du ligament suspenseur. Il est vrai que, dans certaines coupes et surtout dans l'examen à frais de gaines extirpées, on voit comme une ligne de séparation assez franche entre le bas du ligament et le haut de la chambre terminale; mais il ne faut pas perdre de vue que la gaine se rétrécit subitement à ce niveau; dès lors, une coupe optique non axiale peut bien donner lieu à cette apparence.

2) *Chambre terminale.*

Dans la chambre terminale, qui s'étend depuis la région où apparaissent les jeunes œufs jusqu'à la première chambre ovulaire, on peut distinguer deux parties.

Dans la première située immédiatement au-dessous de la région de transition, on ne voit pas les limites cellulaires, mais il n'est pas douteux qu'elles n'existent. On distingue nettement à leur taille les noyaux des cellules sexuelles, FIG. 53, N_1 ; à ce stade de leur développement, la nucléine y est disposée sous la forme d'un boyau grossièrement strié. Les cellules épithéliales semblent localisées à la périphérie et ne pénètrent pas entre les œufs pour les séparer. C'est seulement dans la deuxième partie de la chambre terminale que l'on voit nettement entre les œufs, dont le protoplasme s'est notablement accru, des limites formées par des cellules d'enveloppe. Il est probable qu'une même cellule peut contribuer à former la paroi générale de la gaine et envoyer dans la profondeur des expansions destinées à séparer les œufs.

3) *Gaine proprement dite.*

ÉPITHÉLIUM. Son aspect varie beaucoup suivant les diverses chambres ovulaires que l'on examine. Dans celles qui contiennent des œufs très jeunes, les cellules épithéliales sont très plates. A mesure que l'on descend, on voit les cellules gagner en hauteur, les noyaux se montrant beaucoup plus rapprochés et de forme ronde.

Les limites cellulaires sont très difficiles à voir dans les premières chambres, des cellules épithéliales plates montrant difficilement leurs

cloisons moyennes dans des coupes normales à leur surface large. Plus bas, elles deviennent visibles, car les cellules augmentent de hauteur à mesure que l'on se rapproche de la dernière chambre (*d*, *e*, FIG. 53). La FIG. 55, dessinée à un fort grossissement, montre ces limites cellulaires parfaitement nettes à un niveau correspondant aux chambres *c*, *d* de la FIG. 50.

Ces changements supposent une active multiplication cellulaire, car à mesure que l'œuf grossit, il a besoin d'une enveloppe plus grande et les cellules épithéliales, au lieu de s'étaler, deviennent au contraire plus hautes; il faut donc que leur nombre augmente considérablement. On est étonné de voir que BRANDT (78, p. 35) se reconnaisse impuissant à rien dire sur cette multiplication cellulaire et que KORSCHULT signale le fait sans donner aucun détail. Il n'y a pas certainement chez les phasmes — mis à part le testicule — d'organe qui se prête mieux à l'étude des cinèses. Une seule coupe en montre parfois plus de vingt dans une seule chambre.

Il en est ainsi chez les autres orthoptères et dès 1876 BALBIANI a attiré l'attention sur les figures cinétiques que l'on rencontre dans les follicules ovigères. Nous aurions peu de chose à ajouter à la description donnée par ce savant. Signalons seulement l'intérêt que présentent pour nous les couronnes équatoriales vues du pôle, telles que *n*₁, FIG. 57; les chromosomes bacilliformes y sont assez distincts pour que l'on puisse aisément en faire la numération. Le nombre trouvé oscille autour de 36 qui, nous le verrons plus loin, est le nombre spécifique dans les cellules somatiques de *Leptynia attenuata*.

N'ayant jamais trouvé d'œufs en division, nous n'avons pas pu soumettre à une étude directe la question de la réduction numérique dans la cellule femelle.

L'épithélium de la dernière chambre ovulaire prend, au moment de la maturation de l'œuf qu'il entoure, un aspect très caractéristique. En coupe, il se présente comme une membrane assez mince, FIG. 58, dans laquelle, par places, les noyaux sont stratifiés. Un examen un peu attentif montre que plusieurs d'entre eux sont étranglés en biseau, forme caractéristique des divisions directes, *n*.

Le fait de la division acinétique a été établi d'ailleurs pour les cellules folliculaires chez d'autres insectes, notamment par GROSS (1900), et nous nous contentons de le signaler chez les phasmes. Chez ces derniers, il semble bien que ce mode de division corresponde à une dernière période d'activité précédant la dégénérescence.

A ces remarques sur l'épithélium des gaines, il convient d'ajouter quelques mots sur les séparations qui existent entre les diverses chambres ovulaires.

Comme KORSCHOLT le fait remarquer (87, p. 365), pour que le chorion de l'œuf se forme aux deux pôles aussi bien que sur les côtés, il est nécessaire qu'une couche cellulaire sépare deux œufs consécutifs. Mais les auteurs n'ont peut-être pas indiqué assez clairement comment se constitue cette paroi de séparation. Dans les figures qu'ils ont données et qui sont demeurées classiques sur la question, chaque œuf est logé dans une poche épithéliale complète, de mêmes caractères histologiques dans toutes ses parties, en sorte que la cloison séparatrice comprend deux couches convexes adossées, plus une mince lame transversale interposée; rien n'indique que les éléments des couches convexes soient en relation avec la propria de la gaine.

Telle est, en effet, l'image que fournissent les coupes longitudinales, lorsqu'elles ne sont pas exactement axiales, FIG. 54. Dans les coupes plus profondes et passant par l'axe de la gaine, on voit, FIG. 55, que ce sont les cellules épithéliales ordinaires qui, sans perdre leur point d'attache avec la propria, se redressant ou s'incurvant suivant qu'elles doivent être en contact avec le bas de l'œuf supérieur ou avec le haut de l'œuf inférieur, constituent la paroi de séparation. Quelques cellules plus aplaties se glissent dans la partie moyenne; leurs noyaux se voient en *cp*. Il est possible que celles-ci se soudent les unes aux autres, de manière à constituer une mince paroi, mais elles seraient destinées en tout cas à se désunir plus tard.

La cloison qui sépare la dernière chambre ovulaire du calyculé présente une structure comparable. Dans des circonstances favorables, il est même possible de voir que la constriction qui amène en contact les côtés opposés de l'épithélium réserve suivant l'axe une lumière virtuelle. Tel était l'aspect de la coupe dessinée FIG. 56. Il n'y aurait pas là à proprement parler de paroi complète.

Cette disposition permettrait d'interpréter plus aisément le passage de l'œuf au moment de sa descente dans le calyculé.

La manière dont elle s'opère a été bien étudiée par KORSCHOLT (87). L'épithélium de la dernière chambre dégénère et la continuité entre le calyculé et la gaine n'est maintenue que grâce à la persistance de la membrane basale, qui peu à peu se plisse en un bourrelet annulaire, tandis que la deuxième chambre ovulaire vient en contact avec le calyculé.

QUELQUES REMARQUES SUR LE CHORION. La coque de l'œuf se présente chez les phasmes avec des particularités de forme et de structure, qui ont depuis longtemps attiré l'attention des observateurs. L'opercule en forme de couvercle, l'appareil micropylaire si constant dans son type fondamental, malgré d'innombrables diversifications de détail, ont été l'objet de plusieurs travaux sans que l'on soit parvenu à rendre compte de leur genèse. Nos observations personnelles sur cette question sont loin d'être décisives; elles suffisent néanmoins pour écarter une opinion récemment proposée par SHARP (98) et pour fixer la direction dans laquelle devront se poursuivre les recherches.

L'œuf des phasmes, d'après SHARP, serait un complexe représentant le contenu d'au moins deux chambres ovulaires, l'une ayant formé l'œuf proprement dit, l'autre l'opercule et, quand ce dernier est surmonté d'une éminence médiane qu'il appelle capitule, cet accessoire serait encore dû à une troisième chambre ovulaire. Nous ne nous arrêterons pas à discuter ces vues manifestement aprioristiques; il suffit d'examiner une gaine ovigère pour se convaincre que toutes les chambres sont identiques entre elles à toutes les époques et ne sauraient avoir des sorts différents.

D'ailleurs, ce n'est pas en dehors de l'œuf qu'il faut chercher la raison de l'opercule, pas plus que celle du micropyle. Tout indique, en effet, que la gaine folliculaire est semblable à elle-même sur tout le pourtour de l'œuf; on ne saurait assigner dans aucune de ses régions une particularité de structure ou autre, qui puisse déterminer une modification du chorion, à l'édification duquel elle contribue. La raison de ces modifications ne peut être demandée qu'à la tendance spécifique de l'œuf. C'est lui qui construit ces appareils externes, comme nombre d'autres cellules élaborent des organites internes; l'unique différence entre les deux cas, c'est que dans le premier les matériaux sont empruntés aux cellules épithéliales et utilisés par voie d'apposition, tandis que dans le second ils sont introduits par voie nutritive.

MODIFICATION LOCALE EN RELATION AVEC LE COLLAGE DES ŒUFS. Les œufs de *Leptynia attenuata* sont toujours collés par la face opposée au micropyle (*). Le mucus qui les fait adhérer n'est pas uniformément répandu

(*) On lit communément dans les traités généraux que les femelles des phasmes laissent tomber leurs œufs un à un, sans prendre aucune précaution que l'on puisse rattacher à un instinct maternel. C'est en effet ce qui se passe dans la règle; pourtant, la femelle de *Leptynia attenuata*, parmi les espèces que nous avons élevées, se comporte tout autrement. Au lieu d'abandonner ses

sur toute leur surface, mais constitue un dépôt unilatéral que l'on retrouve, sur l'œuf pondu depuis longtemps, sous la forme d'une couche furfurescente, et, sur l'œuf frais, sous celle d'une glue hyaline. Nous avons cru pendant longtemps que cette matière pouvait être rapportée à quelque sécrétion *collétérique* due à une glande accessoire ou peut-être aux parois de l'utérus; mais nous avons dû renoncer à cette idée, nous étant rendu compte qu'elle s'observe sur les œufs jusque dans les gaines. En effet, en examinant avec un objectif faible, en liqueur physiologique, un ovaire extirpé, et portant son attention sur les œufs qui reposent sur le flanc, on trouve, du côté concave seul, un ourlet hyalin, interposé entre l'œuf et la paroi folliculaire, qui envahit plus ou moins les extrémités, mais pas le côté du micropyle. Il suffit d'éloigner l'épithélium avec des aiguilles, pour constater que cette apparence était due au mucus adhésif.

L'origine de cette substance est certainement folliculaire. Est-ce un produit de sécrétion? Cette hypothèse nous paraît extrêmement peu probable, les cellules des gaines s'étant toujours montrées semblables entre elles sur tout le pourtour de l'œuf. Nous croyons plutôt qu'il s'agit d'une modification locale portant sur la région interne des cellules. Nous sup-

œufs un peu partout, elle les introduit sous un abri, dans une fente..., et les colle, soit isolément, soit par petits groupes réguliers. Par exception, les œufs sont simplement collés à un support quelconque.

Parmi les espèces élevées à notre intention à Shembaganur, il y en a une, un *Paraclitumnus* probablement, qui se comporte comme la précédente. Il n'est pas sans intérêt de remarquer que le genre *Leptynia* pourrait à la rigueur être rattaché aux Clitumnidés; toutefois, nous devons éviter de donner à entendre par là que nous considérons le collage des œufs comme un caractère éthologique propre au groupe; bien loin de là, nous voyons le *Leptynia hispanica*, espèce très voisine de *attenuata*, se comporter dans la ponte comme les *Bacillus*.

D'autres espèces encore, peut-être en assez grand nombre, protègent leurs œufs en les collant. Nous devons à l'obligeance de M. R. du Buysson, attaché au laboratoire d'Entomologie du Muséum de Paris, d'avoir pu examiner un certain nombre d'œufs de phasmes ainsi fixés, et parmi eux, ceux d'une espèce mauricienne non déterminée plus particulièrement remarquable au point de vue qui nous occupe. L'œuf dont il s'agit est assez gros et de forme obconique. Au lieu d'être collé à plat comme dans les autres cas, il est porté en l'air sur une sorte de pédicelle de mucus, qui part du milieu de l'opercule et s'étale ensuite sur le support — feuille ou rameau — en une trainée diffluyente sur les bords, mais au milieu de laquelle on remarque une nervure en zig-zag, qui témoigne des mouvements particuliers de l'abdomen au moment de la ponte. A l'éclosion, la coquille tombe avec la larve, tandis que l'opercule reste fixé sur le support.

Une circonstance très intrigante est à signaler dans cette même espèce : c'est le pôle convexe, opposé à l'opercule, qui sort le premier dans toutes les espèces que nous avons observées et qui, dans l'attitude ordinaire des pondeuses, vient le premier en contact avec le support; et c'est ici le pôle operculé qui est seul fixé. Il faut donc admettre que la mère, par un mécanisme que nous ne savons pas nous imaginer, imprime à l'œuf une rotation de 180°.

poserions que le travail chorionigène, au lieu de se poursuivre jusqu'au bout, subit à une certaine époque une déviation conduisant à cette sorte de mucilage.

b) *Trompe et oviducte commun.*

La structure histologique des trompes et de l'oviducte diffère totalement de celle des gaines. La coupe transversale que nous donnons d'une trompe de *Leptynia*, FIG. 60, laisse apercevoir, en dehors de la couche épithéliale, des noyaux saillants qui appartiennent à des cellules musculaires. Sur des préparations obtenues par balayage de l'épithélium, FIG. 59, on peut se rendre compte qu'il s'agit d'une double couche d'éléments longitudinaux et transversaux disposés à peu près comme dans l'intestin. Les fibres longitudinales sont mieux individualisées et à striation plus marquée; quant aux éléments transversaux, ils rappellent beaucoup par tous leurs caractères de détail ces cellules laminaires à protoplasme incomplètement spécialisé en bandelettes fibrillaires et anastomotiques que VIALLANES a étudiées chez les larves de muscides.

La paroi de l'oviducte commun est beaucoup plus épaisse que celle des trompes et renforcée par une puissante musculature. Dans les dissections en liqueur physiologique, on y remarque des mouvements très persistants.

c) *Organes annexes.*

Ce n'est pas une étude de détail que nous nous proposons d'en faire. L'exploration histologique de ces organes n'a été dans notre pensée qu'un moyen de contrôler nos observations anatomiques; c'est tout au plus si, avec les données qui vont à ce but, nous indiquerons au passage quelques autres points qui nous ont paru intéressants en eux-mêmes.

POCHE COPULATRICE. Il n'est pas inutile de remarquer qu'à l'état de vacuité l'organe est affaissé sur lui-même et que les parties latérales se relèvent en se plissant plus ou moins, si bien qu'on peut distinguer une paroi dorsale et une paroi ventrale toujours plus planes et des parois latérales à sections très irrégulières. La paroi dorsale se distingue des autres par ses cellules épithéliales plus allongées; on y trouve en plus grand nombre des éléments sécréteurs à canaux intracellulaires, ceux-ci ayant leur origine dans des vésicules collectrices et se terminant à la cuticule par un pore aréolé.

Pour saisir les caractères de la mise en rapport de la poche copulatrice avec l'oviducte commun, il est utile de suivre la série des coupes descendantes. On voit d'abord apparaître deux plis, l'un sur la paroi ventrale de la poche, l'autre sur la paroi dorsale de l'oviducte, qui viennent à la rencontre l'un de l'autre, et un peu plus bas on trouve la communication largement établie suivant une fente verticale, FIG. 64, g. Ce qui frappe surtout dans l'étude de ces coupes, c'est une différence très marquée entre les cellules ordinaires et celles qui constituent soit le fond des gouttières précitées, soit, plus bas, les parois latérales de la fente. Il y a là une modification très nette de nature, semble-t-il, à empêcher la gouttière de s'effacer malgré les déformations des parties adjacentes. C'est un indice de l'importance physiologique de ce canal manifestement destiné à faciliter l'arrivée du sperme sur l'œuf, en le distribuant sur une plus grande longueur.

SPERMATHÈQUE. Tandis que la poche copulatrice se présente par tous ses caractères comme la partie fondamentale et la plus fixe des annexes génitales, la spermathèque nous a montré au contraire la plus grande variabilité au point de vue histologique et au point de vue anatomique.

Lorsqu'elle est le mieux développée, elle rappelle dans sa structure la spermathèque des acridiens : cuticule épaisse, hérissée de piquants chitinisés, cellules épithéliales mêlées de glandes unicellulaires à grandes vésicules collectrices, dont les canaux viennent s'ouvrir entre les épines (*Dixippus morosus*). Souvent, les épines disparaissent (*Bacillus gallicus*) et parfois même les glandes (*Leptynia attenuata*). Dans ce dernier cas, il semble que ce réservoir soit inapte à fonctionner ; il est extrêmement réduit et, chez les femelles fécondées, il ne contient jamais de sperme. Ces caractères sont, à les rapprocher des précédents, ceux d'un organe rudimentaire.

CÆCUMS LATÉRAUX. Ils sont également très variables. Leur structure, comme leur fonction, semble osciller entre celle d'une glande proprement dite (*Dixippus*) et celle d'un réservoir qui suppléerait la spermathèque (*Leptynia*). Des états intermédiaires se rencontrent même dans le petit nombre d'espèces que nous avons étudiées (*Bacillus gallicus*).

Dans le cas où prédomine le type glandulaire, les éléments sécréteurs sont remarquables avant tout par la présence d'un grand nombre de canaux filiformes, très difficiles à voir sur les coupes, mais que des digestions ménagées rendent très apparents ; ces canalicules ont une direction normale par rapport à la lumière générale et sont distribués uniformément sur toute l'étendue de la glande.

Dans le cas où les appendices fonctionnent nettement comme réservoirs spermatiques de suppléance, quand la spermathèque est rudimentaire (*Lep-tynia attenuata*), nous n'avons pas pu nous assurer s'il y existe des glandes. Ces dernières ne font pas défaut chez *Bacillus*, espèce intermédiaire au point de vue qui nous occupe, mais elles y sont rares et les canaux filiformes y sont groupés en petits pinceaux isolés les uns des autres.

CHAPITRE VII.

Appareil génital mâle.

§ 1. Anatomie macroscopique.

a) *Historique.*

Il ne semble pas que jusqu'ici on ait donné une description exacte de l'appareil génital d'un phasme mâle adulte.

GUILDING, cité par MUELLER (25, p. 13), place les testicules de *Phasma cornutum* dans un prolongement en forme de crochet porté par le IX^e segment abdominal (le vomer?). MUELLER rejette avec raison cette assertion surprenante, mais lui-même n'a jamais réalisé son projet de donner l'anatomie d'un phasme mâle.

DE SIEBOLD et STANNIUS (49, p. 638), s'appuyant sur une description de SUCKOW (18), attribuent au testicule des phasmides la même structure qu'à celui des libellulides, perlides et éphémérides. Cet organe serait constitué par une multitude de follicules arrondis disposés en grappes de raisin autour d'une portion dilatée des deux canaux déférents. Le conduit éjaculateur serait dépourvu de toute espèce d'appendices glandulaires. FISCHER (53, p. 31 et 138) reproduit la même description (*).

HEYMONS (97, p. 372) n'a eu en fait de mâles que des larves jeunes de *Bacillus rossii*. Il décrit le testicule comme constitué par deux cordons arrondis formés de cellules sexuelles et de cellules épithéliales qui se continuent en arrière par les *vasa deferentia*. Ces indications sommaires réalisent un progrès sur les légendes traditionnelles et on ne peut guère aller plus loin d'après les dissections des larves jeunes.

(*) Testiculi racemosi e funiculis multis globosis consistent, superiori vasorum deferentium brevium extremitati infixis; ductus ejaculatorius appendicibus glandularibus nusquam instructus.

b) *Le testicule d'après l'adulte.*

Nous l'avons décrit sommairement dans une note préliminaire (99). Dans chaque moitié du corps, il longe le vaisseau dorsal sous la forme d'une glande massive très allongée et parallèle, *t*, FIG. 70. Il occupe la longueur de quatre segments abdominaux, du III^e au VI^e inclusivement. La glande est méplate; sa section, grossièrement elliptique, le grand axe étant dirigé un peu obliquement de manière à former avec son symétrique un angle à sommet dorsal, FIG. 27, *t*. Lorsque l'on ouvre l'insecte ventralement et que l'on rabat la paroi du corps sur le fond de la cuvette, les testicules tournent autour de leur ligne dorsale et se mettent à plat, comme le montre la FIG. 70 empruntée à *Leptynia attenuata*.

Le côté dorsal du testicule se distingue par un aspect particulier dû principalement à son contour plus ou moins bosselé. Le côté ventral a un contour plus raide; il se continue en bas par le canal déférent et en haut par un prolongement, *pr*, qui abandonne la région dorsale de l'animal pour aller s'insérer ventralement dans le bas du deuxième segment de l'abdomen (insertion non représentée sur la figure). Terminal et assez long chez *Leptynia*, nous avons trouvé ce prolongement subterminal et très court chez *Menexenus*, où il se recourbe brusquement, FIG. 71.

Quoi qu'il en soit de ces différences de détail, il s'agit d'un cordon qui se comporte, ni plus ni moins, comme la partie supérieure de la trompe. Par là s'annonce entre les organes génitaux mâle et femelle une étroite homologie que l'étude ultérieure mettra plus complètement en lumière.

On a signalé chez divers insectes des changements de couleur du testicule en rapport avec le développement de l'organe. PAULMIER, entre autres (99), les a suivis et décrits chez un hémiptère, *Anasa tristis*. La couleur, chez *Leptynia attenuata*, passe également par des teintes successives : blanc dans les jeunes larves, l'organe jaunit ensuite de plus en plus et prend dans l'adulte une teinte safranée, distincte de celle du corps adipeux, même quand ce dernier est jaune.

c) *Organes complémentaires.*

Vésicule séminale. Sur une boucle sinueuse du canal déférent, au niveau du IX^{me} somite, existe une longue vésicule séminale en cœcum, insérée de telle sorte que les spermatozoïdes doivent nécessairement s'y emmagasiner pour être expulsés par intermittences.

Glandes annexes. Contrairement à ce qu'en ont dit les auteurs, l'ap-

pareil génital mâle des phasmides n'est pas dépourvu de glandes accessoires, il en est même très richement muni.

Dans une position ventrale par rapport aux canaux déférents se trouve un système de glandes tubulaires, dont plusieurs atteignent presque la longueur des vésicules séminales (soit à peu près celle de deux segments abdominaux). Elles se distinguent de ces vésicules déjà par leur couleur; l'examen de leur contenu n'y révèle jamais la présence de spermatozoïdes, mais seulement celle d'une matière granuleuse, facilement coagulable, qui est destinée sans doute à faciliter leurs mouvements en même temps qu'à les conserver.

Chez *Leptynia attenuata*, FIG. 153, on trouve pour chaque côté trois cœcums confluant successivement en un tronc unique, lequel aborde le canal déférent par sa face ventrale, un peu au-dessous de l'insertion de la vésicule séminale. Il est très ordinaire que quelques-uns de ces tubes soient recourbés de haut en bas, mais il n'y a rien de fixe à cet égard. Sur la coupe transversale FIG. 154, deux de ces appendices sont intéressés deux fois, ce qui fournit huit sections pour six tubes. Dans la même figure, les vésicules séminales sont coupées suivant *vs* et les canaux déférents suivant *cd*. Ces derniers sont toujours externes par rapport à l'ensemble des appendices.

Dans les espèces exotiques que nous avons examinées, ce type de glandes annexes se retrouve dans ses traits fondamentaux. Chez *Menexenus obtusispinosus*, les cœcums sont en plus grand nombre et nous devrions peut-être y distinguer des catégories différentes. L'insuffisance de matériaux ne nous permet pas d'être plus explicite sur ce point.

La couleur des glandes annexes, comme celle des vésicules séminales, est variable avec les espèces et semble être à peu près la même que celle du testicule : jaune chez *Leptynia*, blanche chez *Dixippus*, par exemple.

Canal éjaculateur. Il est très court. Presqu'immédiatement au-dessous du débouché des glandes accessoires, les canaux déférents se réunissent en un conduit impair entouré d'une forte musculature sphinctérienne, qui en rend la dissection malaisée. Finalement, il s'ouvre au côté interne d'une armature péniale fortement chitinisée à la base. Les parties molles adjacentes sont susceptibles de s'évaginer en appendices digitiformes, auxquels des rides transversales donnent un aspect articulé.

d) Développement des organes génitaux externes.

En étudiant l'appareil génital femelle, nous avons signalé la forme spéciale que prennent aux différents stades les organes génitaux externes;

conformément à cette marche, nous terminons la description macroscopique de l'appareil mâle par quelques renseignements sur le développement de ses parties cutanées.

Au stade I, FIG. 163, le VIII^e segment est simple et c'est précisément à cette particularité qu'il convient de recourir pour distinguer les deux sexes dès l'éclosion; mais le IX^e offre en arrière une éminence bilobée, qui rappelle un peu le double tubercule déjà mentionné chez la femelle de même âge : c'est la première indication de l'opercule sous-génital. Ces accidents s'accusent un peu à la première mue, sans se modifier notablement quant à l'aspect extérieur; mais une invagination transversale apparaît en dessous et en arrière de l'éminence tuberculée et l'opercule sous-génital est en réalité constitué.

Au stade III, on est surpris de voir apparaître une éminence digitiforme qui semble appartenir au IX^e segment et sortir de dessous la plaque sous-génitale, mais qui part en réalité de la base du X^e sternite : c'est le rudiment du *vomer*. Ce curieux appendice, qui prend chez l'adulte la forme d'un crochet chitineux occupant presque toute la longueur du X^e segment, ne semble pas mobile et sa signification est énigmatique.

c) *Comparaison avec les autres types.*

Comme pour l'organe femelle, c'est avec les thysanoures qu'un essai d'homologation semble avoir le plus de chances de succès. La ressemblance extérieure plaiderait pour un rapprochement des deux groupes. Toute la question serait de savoir si l'anatomie l'appuierait, ce qui ne ferait pas de doute, si la masse testiculaire était parcourue chez les thysanoures par un canal longitudinal qui est, comme nous le verrons bientôt, un des traits caractéristiques de celui des phasmes. L'existence d'un tel canal chez les collemboles pourrait être affirmée d'après une figure de PROWAZEK (1900, fig. 54), si dans la coupe qu'elle représente, les *Tochterzellen* sont bien les cellules sexuelles.

§ 2. Anatomie microscopique.

a) *Constitution histologique du testicule.*

Nous n'avons utilisé jusqu'ici que les données fournies par les dissections; les coupes vont nous permettre de nous rendre compte de la constitution histologique du testicule.

Les plus instructives pour prendre une idée générale de l'organe sont les coupes transversales, telles que celle qui est dessinée dans la FIG. 72. Nous remarquons d'abord du côté ventral un espace libre, *c*, entre la paroi du testicule et les colonies de spermatozoïdes. Cette cavité, à section ronde ou elliptique, se rencontre dans toutes les coupes à quelque niveau que celles-ci soient faites, sauf pourtant tout à fait à l'extrémité supérieure, lorsqu'elle se prolonge en éperon comme FIG. 71.

Il y a donc là un conduit faisant suite au canal déférent et se continuant en haut par le prolongement à attache ventrale. Tout le reste de la coupe, quand elle est empruntée à un adulte ou à une larve un peu avancée, se montre comme décomposé en zones ou compartiments à direction transversale plus ou moins réguliers, qui ne sont autres que des colonies de cellules sexuelles à divers stades : des spermatozoïdes mûrs tout contre le canal *c*, puis, à mesure que l'on remonte vers le côté dorsal, des éléments de plus en plus jeunes.

Quelle que soit l'espèce étudiée, les colonies se montrent individualisées et soutenues par de minces enveloppes, qui semblent être de même nature que la paroi générale du testicule; nous reviendrons plus loin sur leur constitution.

Les renseignements fournis par les coupes transversales sont pleinement confirmés par les coupes longitudinales pour ce qui est de la continuité du canal *ce* et de l'ordre de succession des colonies. Ajoutons qu'il n'est pas rare de voir des trachées pénétrer dans la profondeur de la glande et s'y épuiser en trachéoles entre les cystes, ainsi que cela a été signalé dès 1887 par VON LA VALETTE S^r GEORGE pour *Forficula*.

Toute cette structure s'éloigne notablement de celle attribuée par quelques auteurs au testicule des phasmes et que nous avons rappelée dans l'historique de la question. Au lieu de cœcums ou d'acini multiples débouchant dans un canal déférent unique, les genres que nous avons étudiés ne nous ont montré que des amas irréguliers de cellules sexuelles d'âge différent formant une masse unique. Toutefois, un accident de préparation nous a peut-être mis sur la voie d'une erreur, qui a pu être commise par nos devanciers. Lorsqu'on dissèque un testicule à colonies très allongées dans le sens transversal et plus régulières, comme celui de *Dixippus*, si l'on vient à déchirer d'un côté les membranes d'enveloppe, les colonies sont rendues libres de ce côté et l'aspect général est tellement conforme aux anciennes descriptions, que nous aurions été tout prêt à admettre l'interprétation

qu'elles traduisent, si l'étude des coupes transversales ne nous avait forcé de l'abandonner.

En rigueur, nous devrions placer ici l'étude détaillée des cellules sexuelles, mais en raison de l'importance du sujet et du développement que nous avons été amené à lui donner dans notre travail, nous devons la renvoyer à un chapitre spécial. Nous nous bornerons pour le moment aux renseignements relatifs aux autres facteurs anatomiques, ce qui revient à examiner la constitution des parois d'enveloppe et celle du canal d'évacuation.

Les cellules d'enveloppe. Sous ce nom, nous comprenons à la fois les cellules qui forment le revêtement général du testicule et celles qui constituent les parois des cystes, car pour nous ces cellules sont de même nature. Déjà en 1898, TICHOMIROV étudiant le testicule du *Bombyx mori* et MONTGOMERY celui de *Pentatoma* ont nettement affirmé cette identité. Une telle conception s'accorderait d'ailleurs très bien avec les données embryogéniques : la glande sexuelle est formée de gonades et de cellules mésodermiques ; les cellules mésodermiques se transforment en cellules conjonctives qui s'étalent à l'extérieur pour former le revêtement général de l'organe ou s'insinuent entre les cellules sexuelles et, à mesure que celles-ci se multiplient par division, constituent les enveloppes qui les isolent en colonies.

Nous aurions énoncé simplement cette manière de voir sans y insister si, dans un travail récent, SUTTON (1900) n'avait pas émis sur l'origine des spermatocystes des idées toutes différentes, avec lesquelles nous avons dû confronter nos résultats.

Voici d'abord comment s'exprime l'auteur américain (op. cit. p. 143) : « In the early stages there is between and among the primary spermatogonia a membranous intercellular substance with which they are in intimate relation, as shown by the fact that they never shrink away from it. As development proceeds, however, the close relation between cells and intercellular substance is lost, and in the metaphase we sometimes find the cell-membrane separated in places from its capsule.

It now only remains for the separation to become complete. When the two-cell stage is reached, the spermatogonia and the cyst which contains them are independent structures. As the number of cells within the cyst increases by division, the cyst-membrane obviously becomes more and more extended, the material for this increase being furnished by those primary spermatogonia which still remain in the resting condition, one or more being always found in relations with each cyst, either in the axis of the follicle or between the cyst and the follicle wall ».

Si nous comprenons bien la pensée de l'auteur, il se dégage de son exposé les conclusions suivantes :

1. Les noyaux que l'on trouve entre les spermatocystes n'appartiennent pas à des cellules conjonctives, mais à des spermatogonies.

2. La substance intercellulaire qui se trouve entre les spermatogonies primaires donne naissance, par une simple addition, à la paroi des cystes et ce sont les spermatogonies situées entre les cystes qui sécrètent cette matière (p. 141 : *« to secrete matter for the extension of the cysts-walls »*).

3. Cette manière de voir, l'auteur le reconnaît lui-même, entraîne comme conséquence l'indépendance des cystes vis-à-vis de l'enveloppe générale du testicule.

Sur ces trois points, nous arrivons à des conclusions exactement opposées à celles de SUTTON.

1. Les noyaux que l'on trouve entre les cystes ressemblent non à ceux des spermatogonies, mais à ceux de l'enveloppe générale.

2. Le tissu intercystique, quand il existe, est constitué d'éléments analogues à ceux qui forment la paroi extérieure de l'organe.

3. Il existe d'étroites relations de continuité entre les parois des cystes et celles du testicule.

Pour ce qui est de l'identification des cellules d'enveloppe avec des spermatogonies, nous avouons ne pas pouvoir la faire cadrer avec les caractères comparatifs des éléments. Nous ne nous attarderons pas à faire ressortir les différences de forme et de structure fine dans les deux catégories de cellules, — SUTTON lui-même semble les reconnaître au moins aux stades avancés de leur développement; — mais nous devons ajouter qu'aucune image ne nous permet de rattacher ces formes définitives à des formes de départ plus semblables.

La seconde assertion de SUTTON comporte de sérieuses difficultés d'ordre cytologique : outre qu'elle fait retour à d'anciennes théories dans lesquelles on attribuait aisément à des sécrétions des substances intercellulaires, qui sont produites en réalité par des modifications des membranes ou même des corps cellulaires, elle ne tient pas suffisamment compte, dans l'espèce, des rapports de la substance intercalaire avec les noyaux que l'on y rencontre souvent. Ils sont si bien les rapports d'un corps cellulaire avec son noyau, qu'on ne saurait voir dans le complexe autre chose qu'une cellule aplatie envoyant des expansions laminaires qui s'insinuent entre les colonies et vont se mettre en rapport, sans limites discernables d'ailleurs, avec des expansions semblables appartenant à d'autres cellules.

Signalons enfin, en opposition avec la troisième conclusion qui se dégage de la citation faite ci-dessus, les rapports de continuité qui existent entre la paroi générale du testicule et les parois des cystes. Dans la coupe d'ensemble FIG. 72, nous voyons ces dernières se rattacher à l'enveloppe générale par des dilatations triangulaires, dans lesquelles sont souvent logés des noyaux. Il est difficile de décider si ceux-ci appartiennent aux cystes ou à la paroi extérieure, tant les deux formations sont semblables histologiquement. Le fragment de coupe dessiné à un plus fort grossissement, FIG. 150, laisse voir une cellule à plusieurs expansions membraniformes contribuant à la formation de la paroi générale (côté supérieur de la figure) et envoyant vers l'intérieur deux cloisons séparatrices des cystes.

Conduit d'évacuation. Nous avons vu que la région ventrale du testicule était modifiée de manière à constituer un conduit en forme de gouttière destiné à recevoir aux différents niveaux les produits sexuels arrivés à maturité. Dans le bas, ce conduit est en continuité avec le canal déférent et l'on peut s'assurer au moyen des coupes que sa lumière se poursuit d'autre part dans le prolongement supérieur. Comme son calibre, aussi bien que les caractères histologiques des parois qui le circonscrivent, varie avec le développement de l'organe, il y a lieu de l'étudier aux divers stades de la vie larvaire.

Dans les très jeunes larves (stade I), les coupes transversales montrent déjà du côté ventral un certain nombre de cellules à noyaux aplatis, à limites indistinctes, d'un autre aspect que les cellules sexuelles et les cellules d'enveloppe banales; le plus souvent, ces éléments sont massés sans interposition de vide; mais quelquefois, on distingue entre eux une petite lumière centrale, qui n'existe pas nécessairement en même temps sur toute la longueur du testicule. Dès que cette cavité est bien formée, on peut constater qu'elle sépare les cellules en deux couches ou parois du canal, l'une dorsale, l'autre ventrale.

Toujours en petit nombre sur les coupes transversales, les cellules de la paroi dorsale sont souvent réduites à deux, comme dans le cas de la FIG. 151. Elles sont destinées à s'étirer en lames de plus en plus minces à mesure que la glande se développe et que le canal s'élargit. Aussi peut-on dire qu'elles abandonnent progressivement leurs caractères primitifs pour prendre ceux des cellules d'enveloppe.

La membrane mince ainsi constituée doit forcément s'ouvrir pour permettre le passage des spermatozoïdes dans le conduit et, puisqu'elle a les

caractères histologiques d'une paroi de cyste, nul doute qu'un même mécanisme ne gouverne la déhiscence de toutes ces cloisons.

Est-ce une simple désunion mécanique déterminée par une distension exagérée ou une désunion précédée de dégénérescence? Nous n'avons pas d'observations assez décisives pour nous prononcer entre ces deux causes, bien que la dernière paraisse parfaitement plausible et qu'elle puisse être appuyée sur l'aspect des noyaux dans quelques cas. Toujours est-il que le fait même de la séparation des cellules distendues laisse parfois des traces reconnaissables. Sur les coupes des testicules adultes, il n'est pas très rare d'observer des loques rétractées, nucléées ou non, suivant les hasards de l'orientation, qui pendent des parois latérales dans la cavité.

La rupture de la paroi dorsale du conduit évacuateur entraîne quelques conséquences dont il faut tenir compte pour s'expliquer la descente des spermatozoïdes. Une fois réalisée la déhiscence dans la paroi dorsale du conduit et dans l'enveloppe de la colonie adjacente, ce qui a lieu de la même manière et à peu près en même temps à toutes les hauteurs du testicule, le canal se trouve transformé en une gouttière qui s'ouvre directement dans l'intérieur des cystes mûrs; cela revient à dire que sa cavité s'accroît de toutes les cavités des cystes, tels que XVI, XV, XIV, FIG. 72, qui lui étaient contigus et que sa paroi dorsale se trouve virtuellement transportée sur l'enveloppe des colonies suivantes et ainsi progressivement au fur et à mesure de la maturation et de la déhiscence des colonies de plus en plus jeunes. Il faut, en effet, remarquer que la maturation progresse du côté ventral au côté dorsal; les colonies toutefois demeurent en place, ainsi que SUTTON l'a très justement fait ressortir d'après les acridiens; si bien, qu'à parler rigoureusement, c'est le canal évacuateur qui va au-devant des produits mûrs, ce ne sont pas les produits qui viennent au canal.

Dans une des espèces étudiées (*Dixippus morosus*), la paroi dorsale, au lieu d'être mince et formée d'une seule assise de cellules, se montre assez épaisse et d'une structure complexe: elle donne place dans son épaisseur à des éléments particuliers, sur la signification desquels nous ne sommes pas entièrement fixé. Ce sont des cellules arrondies, à contour nettement arrêté, claires, à noyau vésiculeux beaucoup plus petit que ceux des cellules propres de la paroi; dans le cytoplasme, on remarque une cavité circonscrite par des épaississements d'apparence cuticulaire, qui se colorent par l'HERDENHAIN, FIG. 160, CX.

Venons maintenant à l'étude de la paroi ventrale. Ses éléments constitutifs ont toujours une hauteur relativement considérable et offrent les

caractères soit d'un épithélium banal, soit d'un épithélium glandulaire. La FIG. 160, empruntée à *Dixippus*, est relative à ce dernier cas. Ce qui frappe tout d'abord, c'est l'existence, du côté interne de la paroi *pe*, d'une sorte de frange formée de parties en pinceaux saillants et de golfes arrondis plus ou moins correctement arrêtés par une membranule. On songerait volontiers à une bordure en brosse irrégulière et discontinue, mais la discussion détaillée de toutes les apparences amène à conclure qu'il s'agit de cellules glandulaires décapitées et comme effilochées. Nous donnerons à propos des glandes annexes la justification de cette hypothèse. Pour le moment, nous n'examinons pas la part qui peut revenir dans cet aspect aux altérations produites par les traitements.

Ces éléments d'allure épithéliale ou glandulaire ne sont pas l'unique facteur anatomique de la paroi ventrale. On y trouve, en outre, sur la face externe, une musculature délicate formée d'éléments striés anastomosés qui rappellent ceux de la trompe. La principale différence réside en ce que dans ce dernier organe le réseau contractile est un manchon formé de deux sortes de fibres, longitudinales et annulaires, tandis que dans le testicule c'est un système ouvert de fibres longitudinales, qui de soi ne devrait déterminer que des raccourcissements; mais des branches à insertions latérales lui permettent de déterminer aussi des contractions, comme dans le cas d'un sphincter. Pour se rendre compte de la disposition de cette musculature si spéciale, il faut recourir à des pièces étalées à frais et débarrassées par un balayage au pinceau de tous les éléments opaques. On est frappé de voir, FIG. 152, les bandes du filet musculaire comme déchiquetées en minces chefs d'insertion s'attacher latéralement sur la basale presque suivant une même ligne.

b) *Canal déférent.*

Il n'est, peut-on dire, que la gouttière ventrale devenue indépendante et fermée sur elle-même. La couche cellulaire s'y présente comme un épithélium à trabécules plus ou moins renforcées dans le sens radial, FIG. 155 et 158, comme cela est fréquent dans les glandes tubuleuses; pourtant, nous n'y avons pas trouvé les apparences d'effilochage dont il est question plus haut; il est bien possible que, dans cette région du conduit, la fonction vectrice purement mécanique prédomine sur la fonction sécrétrice, puisque les spermatozoïdes ne sont pas appelés à y séjourner. La musculature est renforcée et munie de fibres annulaires, comme en témoignent les figures citées; nous

ne l'avons pas préparée isolément, ce qu'il aurait fallu faire pour se rendre compte de l'allure des fibres longitudinales.

c) *Glandes annexes.*

Il n'y a pas lieu d'insister sur la structure générale de ces organes, qui sont construits suivant le même type que chez les autres orthoptères. Nous devons seulement signaler quelques particularités qui se rattachent à leur nature glandulaire et à leur physiologie.

Si l'on examine un système de ces glandes coupé transversalement tel que celui dessiné FIG. 154, on est frappé des dissemblances de détail que présentent les divers cœcums. A ne prendre que les états extrêmes, on a ou l'image FIG. 159, ou l'image FIG. 157.

La première nous reporte même à la FIG. 160, à cette différence près que les filaments protoplasmiques sont distribués beaucoup plus uniformément; par place, ils simulent un véritable plateau strié ou bordure en brosse. Le détail représenté FIG. 161 permet de mieux juger de leur aspect et de leurs relations avec le réticulum de la profondeur. Des vacuoles de sécrétion se voient dans cette même région.

La FIG. 157 fournit, croyons-nous, l'interprétation de cet aspect bizarre, interprétation que nous avons déjà indiquée au sujet de la gouttière. On a ici une coupe pleine, dont la lumière est bourrée de formations globuleuses; les cellules sont très allongées radialement et l'on y distingue deux parties: une basale plus dense logeant le noyau, une apicale plus claire terminée en dôme arrondi. Pour passer de cette forme à celle de la FIG. 159, il n'y a qu'à supposer le départ de la partie claire par excision avec effilochage consécutif des trabécules protoplasmiques, la partie excisée devenant une des formations globuleuses qui encombrant la lumière.

Évidemment, il s'agit ici d'un phénomène identique à celui qui se passe dans les *ectadénies* de l'hydrophile d'après BLATTER (97, p. 403).

De semblables processus viennent d'être étudiés récemment par PETTIT (1901) dans les cellules de revêtement des plexus des ventricules latéraux chez les mammifères. Nous ne prétendons pas rapprocher trait pour trait les deux cas, mais le fond du phénomène semble être le même. Nous n'avons pas fait d'étude comparative à frais et sur les coupes, mais d'après l'auteur que nous citons, cette excision de la partie plus vulnérable des cellules serait due à l'action des réactifs. Quoi qu'il en soit, les apparences ne sont pas toujours les mêmes; les extrémités semblent conserver quelquefois

leur individualité, comme dans le cas de la FIG. 157, où elles se pressent contre les dômes encore intacts; dans d'autres cas, l'ensemble se fusionne en un contenu uniformément granuleux isolé par rétraction au centre du canal, FIG. 159.

d) *Opercule sous-génital.*

On pourra être surpris de trouver cette pièce associée aux annexes de l'appareil mâle; nous avons été conduit à faire ce rapprochement par la présence imprévue de glandes monocellulaires sur la face interne de cet appendice.

La FIG. 162 donne une idée de l'épithélium dans cette région : sous la cuticule, des noyaux de petites dimensions appartenant aux cellules hypodermiques, dont les contours sont indistincts, et en arrière de grosses panses cellulaires logeant un noyau volumineux et une vésicule collectrice plus ou moins globuleuse et structurée. De cette vésicule part un canal excréteur contourné, qui débouche par une partie chitineuse, *c*, à la face externe de la cuticule.

La sécrétion de ces glandes est forcément en relation avec le fonctionnement des organes génitaux.

APPENDICE.

Homologation du testicule et de l'ovaire.

Les homologues du testicule et de l'ovaire paraissent mieux exprimées chez les phasmes que dans la plupart des autres groupes d'insectes (*). Les deux glandes génitales sont en effet construites sur un plan très uniforme. Un tube épithélial, dont la situation est morphologiquement *ventrale*, comme l'indiquent son attache supérieure et son orifice inférieur, est adossé à un massif de cellules sexuelles, dont la région germinale conserve des relations de voisinage et d'attache avec le tissu péricardial, tandis que les produits sexuels parvenus à maturité tombent dans le tube ouvert latéralement.

Ce tube a sa paroi propre, essentiellement épithéliale, doublée d'une basale et d'éléments musculaires.

Toute la différence entre les deux sortes de glandes se ramène à ce que dans l'une le massif des cellules sexuelles demeure indivis dans toute sa

(*) Nous ne faisons l'homologation que pour les espèces où nous avons pu établir la comparaison entre les organes mâles et femelles. Cette comparaison n'ayant pu être faite pour *Carcharus*, cette espèce, dont l'ovaire est si particulièrement intéressant, demeure en dehors.

longueur (*testicule*), cette circonstance entraînant comme conséquence que le tube épithélial s'ouvre en gouttière sur toute la longueur correspondante, tandis que dans l'autre (*ovaire*) l'ensemble des cellules sexuelles est morcelé en colonies transversales, les gaines ovigères, qui débouchent individuellement dans le tube à des hauteurs différentes. Dans ce dernier cas d'ailleurs, les parois du canal épithélial se développent autour des orifices latéraux et constituent les calyculs sur lesquels sont insérées les gaines.

CHAPITRE VIII.

Questions spermatogénétiques d'après les principales familles d'orthoptères.

La marche naturelle de notre travail nous aurait amené à traiter ici la spermatogénèse chez les phasmes. Cette famille d'orthoptères n'a jamais été étudiée à ce point de vue (*), alors que d'autres à côté d'elle ont été exploitées avec fruit dans un assez grand nombre de travaux récents dont nous aurons à parler plus loin. Il convenait de rechercher jusqu'à quel point les généralisations basées sur ces travaux s'appliquaient à un type d'insecte, auquel tant de particularités anatomiques et morphologiques font une place à part.

Telle fut l'idée qui nous guida dans une première exploration du sujet. Nous pensions alors posséder, notamment dans les travaux relatifs aux acridiens, une base de comparaison assez bien établie; mais les conclusions principales de ces travaux sont loin d'être concordantes, bien qu'elles visent à construire un schéma assez général de la spermatogénèse. Dans l'impossibilité où nous étions de choisir d'après les phasmes seuls entre les écoles en présence, il nous parut nécessaire de reprendre partiellement l'étude des acridiens en cherchant à l'éclairer dans ses parties obscures par des emprunts faits à d'autres familles.

(*) Au cours de ses mémorables recherches sur la cytodièrese chez les arthropodes, CARNOY eut l'occasion d'en étudier de beaux exemples sur les spermatocytes de *Bacillus rossii* (1); bien qu'à cette époque (84) l'attention ne fut pas attirée comme elle l'est aujourd'hui sur les groupes quaternes, le regretté savant les a vus sous un de leurs aspects les plus caractéristiques et, si l'interprétation qu'il en a donnée doit être modifiée, il n'est que juste de reconnaître l'exactitude de son observation.

(1) *Bacillus linearis* de l'auteur. Il n'existe pas de phasme portant ce nom, même en synonymie; un renseignement obligeamment communiqué par M. le Prof. GILSON nous apprend que le phasme traité par CARNOY provenait des environs de Naples et avait été nommé, peut-être un peu légèrement, par un des membres de la station zoologique; la provenance suffit pour indiquer qu'il s'agit du *Bacillus rossii*.

Disons-le tout de suite, les faits qui se sont dégagés de cette étude comparée nous conduisent à une manière de voir tout opposée à ce que l'on a admis jusqu'ici pour les insectes. Nous nous rallions pleinement à l'école des zoologistes qui reconnaissent, comme processus primordial, dans la constitution des groupes quaternes, une *double division longitudinale*. C'est, comme on le sait, la doctrine qui, en botanique, après plusieurs oscillations en sens inverse de la part de savants spécialement qualifiés dans cette question, peut être actuellement considérée comme très solidement établie. Cet accord entre des phénomènes parallèles dans les deux règnes ne dispense pas de contrôler rigoureusement les faits; mais à cela près, on conviendra qu'il doit inspirer une sérieuse confiance. Il aurait été constaté plus tôt sans nul doute, si des influences philosophiques bien connues n'avaient retenu les chercheurs sur la trace toujours fuyante d'une division réductionnelle.

§ 1. Cinèses spermatogoniales.

Les larves d'insectes à métamorphoses incomplètes se prêtent mal généralement à l'étude des spermatogonies primaires : chez les phasmes, même aux premiers stades, le testicule est abondamment envahi par des cystes de spermatogonies secondaires; les primaires sont reléguées du côté dorsal, où elles sont de plus en plus rares à mesure que l'insecte vieillit. Dans une coupe dessinée FIG. 72 et empruntée à un imago de *Leptynia*, elles sont encore reconnaissables en α , mais en petit nombre.

Nous n'avons pas suivi toute la série des phénomènes de la division cinétique dans ces éléments; nous devons néanmoins nous arrêter un peu, à titre d'exemple et à cause des données qu'elle fournit, à la belle couronne équatoriale dessinée FIG. 73 et reproduite PHOT. 165 (*Leptynia*). Cette figure est parfaitement plane, tout entière contenue dans la coupe. Sont à remarquer avant tout la forme et la disposition des chromosomes, la plupart bacillaires, orientés radiairement à la périphérie, où ils sont normaux par rapport aux filaments du fuseau, et nombreux, disposés sans ordre et plus rares à l'intérieur; leurs dimensions respectives sont très différentes de l'un à l'autre; quelques-uns, en petit nombre, se présentent comme des U, sans qu'on se rende compte tout d'abord si c'est là leur véritable forme ou le résultat d'une association fortuite. Ce dernier point fait une difficulté, la seule d'ailleurs dans le cas de cette belle et grande figure, lorsqu'on cherche

à préciser le nombre des chromosomes; elle sera levée par l'étude des spermatogonies secondaires.

Celles-ci proviennent, comme on l'admet, des précédentes par une division dite de transformation, qui survient après un certain nombre de divisions ordinaires et dans laquelle chaque spermatogonie primaire est amenée à donner deux spermatogonies secondaires contenues dans un même cyste. Des divisions ultérieures augmentent ensuite, souvent beaucoup, le nombre de celles d'une même lignée logées dans une seule enveloppe. Le stade de cyste bicellulaire ne s'est pas présenté à nous très clairement. Peut-être pourrait-on le reconnaître en *cy*, FIG. 73, où le cyste serait très arqué, se trouvant repoussé de dehors en dedans par la grande spermatogonie primaire en métaphase, dont nous nous sommes occupé plus haut. Par contre, des cystes multicellulaires se trouvent en grand nombre dans le testicule de l'adulte (I, II, III, IV, etc., FIG. 72).

Au repos, le noyau des spermatogonies secondaires est vésiculeux, assez pauvre en nucléine, celle-ci occupant surtout la périphérie.

Un des stades caractéristiques de la prophase est celui où le filament nucléinien, après l'état de peloton, se montre scindé en segments assez trapus, contournés et disséminés dans tout le corps du noyau.

La métaphase se présente très sensiblement avec les mêmes caractères que dans les spermatogonies primaires. Il est facile de compter les chromosomes dans les couronnes vues du pôle, FIG. 75; et le nombre trouvé à plusieurs reprises est 36.

Inutile de rappeler que cette phase des mouvements cinétiques se montre comme les autres à peu près synchroniquement pour tous les éléments d'un cyste, FIG. 72, IV; de plus, comme on l'a observé chez d'autres types, il y a une tendance des figures à s'orienter à l'intérieur du cyste, de telle sorte que l'axe des fuseaux soit normal à la paroi.

Au début de l'anaphase, les chromosomes-frères sont assez régulièrement superposés sur leur filament de soutien; mais deux groupes voisins peuvent parfois se juxtaposer de manière à donner l'illusion d'une tétrade, FIG. 74.

L'anaphase nous met en présence d'un organite cellulaire, qui a spécialement attiré l'attention dans ces dernières années et qui prend dans la littérature scientifique une importance croissante. Nous voulons parler du *chromosome accessoire*, FIG. 76, *cs*. La figure que nous avons sous les yeux permet de le distinguer principalement par sa longueur et le retard particulier qu'il présente dans son ascension aux pôles. Nous nous occuperons

directement de lui dans un paragraphe spécial, nous contentant jusque là de recueillir à son sujet les données qui se présenteront.

Les quelques traits qui viennent d'être indiqués dans les spermatogonies de *Leptynia* : nombre spécifique des chromosomes, manières d'être respectives des chromosomes ordinaires et du chromosome spécial, se rattachent à des points importants de la spermatogénèse; pour les mieux apprécier, tâchons de les définir dans quelques types empruntés à d'autres familles d'orthoptères.

Si nous cherchons avant tout une numération facile en même temps que rigoureuse et un contraste bien accusé entre les deux sortes de chromosomes, c'est un locustien de grande taille, *Orphania denticauda*, que nous avons trouvé le plus favorable.

Les cellules sont d'une grandeur et d'une beauté remarquables, FIG. 98 à 101; les chromosomes ordinaires sont trapus, très semblables entre eux pour la forme et les dimensions, ce qui n'était pas le cas chez *Leptynia*, FIG. 73. La plaque équatoriale vue du pôle est absolument plane; les chromosomes forment un anneau extérieur presque régulier, comme on le voit bien sur le PHOT. 172; à l'intérieur de ce premier anneau, on peut en distinguer un second, en général moins régulier, qui enferme le reste des chromosomes dispersés sans ordre, mais toujours bien isolés entre eux. Cette circonstance permet de déterminer leur nombre avec beaucoup de précision; nous l'avons trouvé fixe et égal à 30. Leur forme, à un premier coup d'œil et dans une couronne vue du pôle, est celle d'une masse à peine allongée à contours arrondis; mais si on l'étudie sur les couronnes vues de profil, FIG. 99, on peut se convaincre qu'ils sont constitués en réalité par des U très raccourcis orientés suivant des méridiens; pour ceux qui sont sensiblement sur le méridien perpendiculaire au champ visuel, les diverses mises au point présentent successivement en descendant deux gros points superposés, — la coupe des branches de l'U, — puis une sorte de figure en haltère, — coupe profonde intéressant déjà le coude — et enfin un cercle, plus ou moins estompé, avant que le chromosome se dérobe totalement à la vision distincte. La plupart de ces aspects sont représentés sur la FIG. 99.

Une fois renseigné par l'étude des couronnes vues de profil, on interprète mieux quelques particularités des couronnes vues de face : formes simples, tenant à la superposition des deux branches très rapprochées, dimensions générales un peu plus grandes, orientation dans le sens radial et enfin petits changements de forme observés en faisant varier la mise au point.

L'anaphase et la télophase de ces spermatogonies sont respectivement représentées FIG. 100 et 101. Le rapprochement des figures 99 et 100 montre clairement que la division des chromosomes se fait ici suivant le processus bien connu : la simple séparation des branches.

Nous avons négligé jusqu'à présent un trente-et-unième chromosome, que tous ses caractères mettent à part : le chromosome spécial, cs. Il est d'une taille gigantesque ; à la plaque équatoriale vue du pôle, il se présente comme une grande barre orientée radialement, son extrémité interne se trouvant au même niveau que les chromosomes périphériques, l'externe proéminent beaucoup en dehors de la figure générale.

Comme les autres, ce chromosome se décompose en deux branches superposées, déjà indépendantes au stade représenté FIG. 99. Avons-nous affaire à une anse nucléinienne unique, à un U à branches très rapprochées, actuellement scindé au coude, ou bien à deux anses-sœurs provenant du clivage d'un bâtonnet droit ? Nous croyons devoir admettre cette dernière hypothèse.

Quant aux chromosomes ordinaires, remarquons-le en passant, s'ils se présentent temporairement en forme d'U, cela peut très bien tenir à ce qu'ils sont constitués d'une masse unique incomplètement divisée.

Les deux chromosomes spéciaux frères sont des bâtonnets pleins ; durant le retour au pôle, leurs extrémités périphériques sont encore en contact, FIG. 100 et PHOT. 173 ; de là, dans bien des cas, un retard plus apparent que réel. Un peu plus tard, tout le chromosome est allongé sur le fuseau, FIG. 101.

Remarquons, pour ne pas revenir sur cette figure, que la division du corps cellulaire se fait en partie par étranglement et en partie par plaque cellulaire ; nous aurions pu en dire autant à propos des télophases de *Leptynia*. On est surpris qu'un processus si fréquent et si facile à observer chez les arthropodes soit présenté dans quelques traités généraux comme exclusivement propre aux cellules végétales.

Des chromosomes très ramassés, mais probablement assez semblables de forme aux précédents, s'observent chez *Forficula auricularia*. Les couronnes vues du pôle, FIG. 139, montrent un amas assez irrégulier de sphères semblables entre elles. On en compte 24 ; jamais, il ne nous a été possible d'en distinguer une de caractères spéciaux.

Par contre, nous retrouvons le chromosome spécial avec des particularités remarquables chez *Gryllus domesticus*, FIG. 133 à 135. Il s'y présente

comme un filament très long bouclé en **U** et divisé longitudinalement, FIG. 133, cs. Le plan de l'**U** coïncide avec celui de l'équateur, de sorte qu'en vue polaire le clivage longitudinal est dissimulé, FIG. 134.

Lors du retour, ce chromosome se met en retard sur les autres et progresse le coude en avant.

Quant aux chromosomes ordinaires, ils sont beaucoup plus polymorphes que dans les espèces précédentes, relativement plus grêles et plus longs. Les couronnes vues de face, FIG. 134, les montrent disséminés à peu près sans ordre et il nous a été impossible d'en fixer le nombre avec quelque précision.

§ 2. Cinèses sexuelles.

Nous ne pensons pas qu'un historique complet de la spermatogénèse soit le préambule obligé de toute contribution à l'étude de cette question fondamentale. Ce travail ayant été si souvent refait, ce serait un pur double emploi. D'autre part, il y aurait un inconvénient sérieux à ne pas tenir grand compte de la littérature dans un sujet où les moindres détails soulèvent aujourd'hui des controverses sans fin. Pour éviter autant que possible ce double inconvénient, nous allégerons notre exposé de toute incursion dans la bibliographie, nous bornant à décrire les phénomènes et à les rattacher par un lien logique et nous renverrons à un paragraphe spécial la discussion critique de nos résultats.

A. Observations personnelles (*).

a) *Spermatocytes de premier ordre.*

Issus d'une dernière division des spermatogonies secondaires, les spermatocytes de premier ordre s'accroissent rapidement, ce qui leur a fait donner le nom d'auxocytes. Chez les phasmes, ils se rencontrent déjà en

(*) Dans les chapitres précédents, où il était surtout question d'anatomie, nous n'avons pas cru devoir arrêter l'attention du lecteur sur des procédés de technique, qui n'ont pas là plus d'importance que partout ailleurs. Maintenant que la question se joue sur des détails dont l'appréciation peut être influencée en sens opposés par les procédés matériels de l'étude, nous devons dire un mot de nos méthodes.

Les insectes ont été ouverts à sec et un fragment de testicule directement prélevé a été plongé aussi vite que possible dans la liqueur fixatrice, souvent même l'animal a été ouvert dans le FLEMING. C'est ce réactif, employé abondamment, qui nous a paru donner les meilleurs résultats pour ces sortes d'objets. Les liquides d'HERMANN et de LINDSAY ne se sont pas montrés supérieurs, pour ne rien

assez grand nombre dans le testicule de la larve au stade instar et, dans celui de l'adulte, ils envahissent presque toute la moitié dorsale de la glande,

dire de plus. Quant aux mélanges mercuriques, après avoir constaté qu'ils sont peu favorables pour ce genre de matériel, nous nous sommes imposé de bonne heure la règle de les exclure.

Il va sans dire que l'ensemble des manipulations doit être mené lestement et que l'on doit éviter en particulier un séjour trop prolongé dans une paraffine à point de fusion un peu élevé.

Deux méthodes de coloration, parmi celles que nous avons employées, nous ont donné les meilleurs résultats :

1) *Triple coloration fuchsi-indigo-picrique de Cajal.* Voici, avec la formule du mélange telle que nous l'avons empruntée au remarquable *Traité d'histologie* de cet auteur (CAJAL, 97), la manière dont nous l'avons appliquée :

- 1° Surcoloration des coupes dans une solution saturée de magenta;
- 2° Rinçage dans une grande quantité d'eau, tant que les coupes cèdent du colorant;
- 3° Immersion dans une solution de : eau saturée d'acide picrique 100, carmin d'indigo 0,25; cinq minutes environ;
- 4° Immersion momentanée dans de l'eau aiguisée d'acide acétique (peut souvent être omise sans préjudice pour le résultat);
- 5° Décoloration ménagée par l'alcool absolu; on doit s'arrêter quand les coupes prennent une teinte gris d'acier par réflexion, rose par transparence;
- 6° Déshydratation rapide par l'alcool absolu et une essence, telle que la bergamote, que l'on élimine avec avantage par le xylène avant le montage au baume.

Nous dirions volontiers de cette méthode appliquée à des objets extrêmement variés ce que l'auteur en dit en se limitant aux tissus conjonctifs et épithéliaux, savoir que : « es este sin disputa el metodo mas bello que se conoce para tenir todos los organos que contienen epitelios y trama conectiva »

Impossible de décrire toutes les teintes que l'on obtient sur une coupe un peu hétérogène. Pour ce qui est de notre objet, les parties acidophiles (nucléoles et nucléine en mouvement) sont colorées en rouge feu, les parties basophiles prenant une teinte variant du gris au bleu de ciel.

2) *Double coloration par l'Heidenhain et le cristaillviolet* Nous avons employé, avec les résultats ordinaires, la méthode classique d'HEIDENHAIN. Mais s'il s'agit spécialement de faire ressortir des détails protoplasmiques, ou les figures délicates de la prophase, nous avons trouvé beaucoup d'avantage à modifier cette méthode d'après une communication verbale de M. le professeur HENNEGUY :

- 1° Mener les coupes jusqu'à la décoloration inclusivement suivant le procédé ordinaire; les traiter alors à chaud jusqu'à faible dégagement de vapeur par une solution de cristaillviolet dans l'eau anilinée et l'alcool très légèrement acidulé par une trace d'HCl;
- 2° Rincer à l'eau;
- 3° Décolorer par l'alcool absolu (nous avons préféré l'alcool à 96°, qui extrait plus rapidement le colorant);
- 4° Compléter la déshydratation par l'alcool absolu, puis par un mélange à parties égales de xylène et d'aniline, qui tolère un peu d'eau et éclaircit parfaitement;
- 5° Éliminer ce mélange par le xylène et monter au baume.

Notons que le mélange xylène-aniline peut être employé avec beaucoup d'avantage après le CAJAL, comme après l'HEIDENHAIN simple. On se trouve bien d'employer un mélange ayant servi à plusieurs déshydratations, car il laisse alors dans les coupes une teinte discrète qui dépend de sa teneur en matière colorante que lui ont cédée les préparations antérieures.

Il est bien entendu que les coupes ne peuvent être explorées avec fruit que dans de très bonnes conditions optiques, — objectif apochromatique 1.30 et parfait éclairage; — nous nous trouvons très bien de l'emploi d'un bec à acétylène.

ne laissant que peu de place aux spermatogonies, FIG. 72, V à XI. Ces éléments sont de beaucoup les plus remarquables et ceux dont l'histoire est la plus compliquée. La prophase de leur cinèse est prolongée, marquée par des changements profonds et variés de la nucléine, qui sont en rapport avec l'élaboration et les déplacements des groupes quaternes.

La division spermatogoniale qui a pour terme les spermatocytes semble se distinguer de celles qui donnent d'autres spermatogonies par quelques particularités de la télophase : au lieu de se presser en un amas peu volumineux, les anses nucléiniennes s'allongeraient en se contournant et s'éparpilleraient, si bien qu'après la constitution de la membrane nucléaire, la cellule offrirait toutes les apparences d'une prophase ordinaire. Les mouvements de reconstitution continuant, il se forme aux dépens de ces tronçons resoudés un filament très grêle, qui occupe tout le corps du noyau sous la forme d'un peloton assez homogène, FIG. 77.

L'appartenance de ce stade est discutable; on pourrait tout aussi bien le rattacher à la télophase de la spermatogonie qu'à la prophase du spermatocyte. Néanmoins, il faut bien assigner un état qui marque le début du mouvement de remaniement nucléinien; nous ne saurions guère en proposer un autre d'après nos préparations et voilà pourquoi nous sommes plus porté à rattacher ces figures à la prophase sexuelle.

Synapsis. Quoi qu'il en soit de cette question, un autre état se montre bientôt, où la nucléine est nettement en mouvement : le stade *Synapsis*, dans lequel le boyau nucléinien assez grossièrement moniliforme se trouve condensé à l'un des pôles de la figure, FIG. 78, 79, 102.

Entre le stade peloton, FIG. 77, et le stade *synapsis*, FIG. 78, nous n'en avons pas rencontré d'autre qui fut caractérisé par la disparition du boyau ou sa résolution en masses discontinues. Des fixations imparfaites peuvent bien amener l'apparition d'empâtements confus, mais nous croyons que dans les cellules mieux traitées le filament garde son individualité.

Dans ces noyaux à nucléine polarisée, on remarque un nucléole de forme très variable, souvent en continuité avec le boyau nucléinien et s'allongeant parfois de manière à simuler une anse de ce boyau, qui serait modifiée chimiquement plutôt que physiquement, FIG. 79, cs; il n'est pas rare de le trouver appliqué contre la membrane, FIG. 78; c'est, suivant toute probabilité, le *chromosome spécial*.

Au stade synaptique en succède un autre, que nous n'avons observé avec netteté que chez les phasmes : le boyau nucléinien y est répandu à peu

près régulièrement dans le noyau et apparaît nettement strié transversalement ou comme constitué de petits disques aplatis, assez inégaux, alternant avec des espaces non colorables. Le chromosome spécial tend à se raccourcir et montre des particularités que nous décrirons plus loin.

Première division longitudinale. Le boyau ne tarde pas à s'élargir en se transformant en un ruban par suite de l'allongement transversal des disques de nucléine, puis il subit une très nette division longitudinale. La division dont nous parlons est d'une observation délicate chez les phasmes; on peut dire qu'il s'agit là de détails qui sont à la limite du pouvoir définissant des meilleures lentilles, FIG. 80. Chez d'autres orthoptères, où les noyaux sont beaucoup plus volumineux, les anses moins serrées et plus robustes, ce phénomène est beaucoup plus facile à voir, FIG. 103, 101, 121.

A cette même époque se place la segmentation du peloton. Elle se voit plus difficilement chez les phasmes, mais elle est très nette chez les acridiens et les locustiens, FIG. 104, 121. Il serait pourtant malaisé, même dans ces cas favorables, de compter les anses, à cause de leur longueur et de leur état flexueux.

Chez les phasmes, les granules sont très petits, à contours arrondis; mais un caractère peut-être plus général, très visible chez *Orphania*, FIG. 104, *Stenobothrus*, FIG. 121, c'est qu'ils sont comme hérissés d'expansions irrégulières.

La division ne se produit pas sur toute la longueur absolument au même moment et il n'est pas rare d'avoir sous les yeux un ruban encore simple sur une partie de son parcours, divisé sur une autre. De plus, les granules-frères, grâce à des caractères individuels de grandeur, d'allongement, sont reconnaissables dans bien des cas. Pour toutes ces raisons, le phénomène fondamental de la première division longitudinale doit être considéré comme hors de conteste.

A ce stade, le chromosome spécial se présente sous la forme d'un corps plus ou moins volumineux, de contour très quelconque, en relation de continuité avec le boyau, la continuité s'établissant par un seul point ou par plusieurs, mais le premier cas étant néanmoins le plus fréquent. Il n'est pas rare que cette continuité s'accompagne de certaines particularités qui ont une grande valeur pour appuyer la signification que nous lui attribuons. Tantôt, en effet, c'est comme un étirement qu'il laisse voir à son point d'attache, tantôt une même résistance à la décoloration qui se remarque en même temps dans toute sa masse et sur une petite étendue du boyau nucléi-

nien attendant, FIG. 80, *cs*; nous avons observé cette résistance à la décoloration, soit vis-à-vis de l'hématoxyline dans la méthode de HEIDENHAIN, soit vis-à-vis du magenta dans la triple coloration de CAJAL. Une observation attentive y révèle la présence d'une ou plusieurs sphérules d'une réfringence particulière, qui s'y observent jusqu'à un stade plus avancé, FIG. 82, *cs*. En vue superficielle, le corps du nucléole forme un fond plus coloré, sur lequel se détachent un ou plusieurs points arrondis très sombres et à ceux-ci se substituent, lorsqu'on abaisse la vis micrométrique, autant de points brillants cerclés d'un anneau sombre, à contour correct. L'idée qui se présente tout d'abord est qu'il s'agit d'un nucléole vacuoleux; dans le cas d'une vésicule creuse, en effet, une mise au point du pôle supérieur peut montrer un point sombre sur un fond plus vague et plus pâle, et une mise au point plus profonde, la cavité claire. Mais cette interprétation comporte ici des difficultés: le diamètre de la région claire de la vue profonde n'est pas sensiblement supérieur à celui de la région sombre de la vue superficielle; en outre, l'apparition de l'anneau sombre semble bien supposer l'existence d'une zone périphérique plus colorable. Quelle signification convient-il d'attribuer aux sphérules ainsi constituées? Nous verrons, en faisant la critique comparative de nos résultats, qu'il est difficile de se faire à cet égard une opinion bien arrêtée.

Condensation des chromosomes et seconde division longitudinale. Après le clivage longitudinal que nous avons décrit, les anses jumelles étaient moniliformes et hérissées; peu à peu, ces inégalités de structure disparaissent, les filaments deviennent plus homogènes et se raccourcissent. Cette modification va de pair avec un écartement des deux anses jumelles, qui apparaissent tordues l'une sur l'autre. Cette torsion, très caractéristique, devait exister dans le boyau primitif et dans le ruban scindé en deux séries de granules, mais on peut difficilement la remarquer avant l'écartement.

Ces changements sont faciles à suivre chez *Orphania*, FIG. 105 à droite, FIG. 105, *c*, *d*, chez *Stenobothrus*, FIG. 122, chez *Ædipoda*, FIG. 129. Les aspects sont très variés suivant les différentes formes des anses primitives; il serait inutile de s'attarder à les décrire tous. Une forme sur laquelle nous devons attirer l'attention est celle des anses telles que *c*, FIG. 129, que l'on dirait à première vue formée par un filament recourbé sur lui-même; en réalité, ce sont deux anses jumelles restées unies à l'extrémité du tronçon primitif par suite d'un clivage incomplet.

Survient le phénomène exceptionnellement important de la seconde

division longitudinale; nous regardons comme un point capital dans notre travail d'en mettre l'existence hors de doute et pour cela nous désirons ne faire appel qu'à des images extrêmement claires. Nous considérons comme telles les FIG. 129 et 130 rapprochées l'une de l'autre (*).

Il est de toute évidence que le chromosome *a*, FIG. 130, n'est que le chromosome de même désignation, FIG. 129, dont les deux anses jumelles se sont clivées. De même, le chromosome en forme de boucle, *c*, FIG. 129, dont les deux branches représentent, comme nous l'avons fait remarquer, deux anses jumelles, se retrouve avec un clivage très évident en *d*, FIG. 123. On pourrait faire les mêmes rapprochements entre *b*, FIG. 105, et *a*, FIG. 107; ici, le clivage est moins avancé, mais les granules sont nettement divisés.

Une variété importante est la forme en anneau parfois très régulier, *b*, FIG. 123; on la dérive aisément des deux autres formes *c* et *b*, FIG. 130, empruntées comme elle à un acridien : en *c*, on voit les deux anses jumelles de la première division, restées soudées par leurs extrémités, tendre à se séparer en décrivant des arcs convexes en dehors; en *b*, l'anneau est constitué, mais les soudures sont très visibles; il n'y aurait qu'à les supposer estompées pour retomber sur la FIG. 123, *b*.

Dès ce moment, les groupes quaternes sont constitués, et c'est même, peut-on dire, sous cette forme qu'ils apparaissent le mieux comme des chromosomes tétrapartites; car à partir de ce stade jusqu'à l'anaphase, ils subissent des condensations et des déformations, qui masquent quelquefois totalement leur constitution complexe.

Chez les locustiens et les acridiens, la condensation et le raccourcissement se poursuivent graduellement sans qu'on rencontre aucune image difficile à interpréter, FIG. 106-108; les chromosomes, tout en conservant des traits de conformité qui les rattachent aux formes précédentes, grossissent beaucoup et tendent vers les formes définitives.

Quelques mots seulement sur un certain nombre d'images plus remarquables ou moins faciles. L'anneau *c*, FIG. 106, dérive d'un chromosome tel que *b*, FIG. 105, dont les deux anses jumelles ne se seraient pas séparées à leurs extrémités, tout en s'écartant l'une de l'autre. On interprète encore plus aisément le fer à cheval des FIG. 107, 108 : les deux anses ne sont

(*) Les éléments de ces figures sont des anses nucléiniennes réelles dessinées à la chambre claire, mais leur groupement dans un même noyau est synthétique; la même remarque s'applique à plusieurs autres cas, qui seront mentionnés dans l'explication des planches.

soudées ici qu'à une de leurs extrémités. Le chromosome *b*, FIG. 108, résulte du simple croisement des branches du fer à cheval; c'est une forme simplifiée du chromosome *c*, FIG. 105.

Si les formes précédentes s'interprètent en admettant la persistance temporaire de soudures, la libération complète des anses-sœurs accompagnée de déplacements donne la clef d'un certain nombre d'autres très communes : la forme en **X**, FIG. 106, *a*, résulte du simple accostement de deux anses arquées; la croix *c*, FIG. 103, de leur croisement. Des figures en torsade, comme *b*, FIG. 106, sont dues à la condensation d'anses lâches de même configuration, telles que *d*, FIG. 105.

Les systèmes de deux anses, quelles que soient les figures qu'ils forment dans l'espace, peuvent être coupés transversalement par le rasoir : on a alors des groupes binaires plus ou moins coalescents, tels que ceux que nous avons représentés dans les FIG. 106 à 103.

La forme *d*, FIG. 108, est une indication précoce d'un stade plus avancé, dont nous donnerons l'explication plus loin.

Il est intéressant de retrouver, dans un groupe d'orthoptères assez éloigné et dont les cellules sont beaucoup plus petites, des formes de chromosomes au même stade, dont nous n'aurions pas pu établir directement la dérivation, mais tellement semblables aux précédents, qu'il est impossible de ne pas leur assigner une même évolution. Il s'agit des FIG. 140 (*Forficula auricularia*), 144, 145 (*Labidura riparia*). Dans les forficulides, les anneaux déjà condensés et épaissis par accroissement, tels que ceux de la FIG. 145, sont très fréquents et fort remarquables.

Les phasmes nous ont fait une difficulté spéciale : après le stade où la division longitudinale est nette, il s'en place d'autres auxquels les groupes quaternes, vraisemblablement nombreux et contournés, se groupent en un fouillis qui ne nous a pas permis de les individualiser, FIG. 83 (les deux cellules internes); on y devine quelques anses à rapprocher des figures fournies à ce stade par les insectes des autres familles.

Dans les cystes qui correspondent à ce stade, FIG. 72, **X**, on voit un assez grand nombre de cellules qui présentent un noyau à nucléine condensée, FIG. 83 à gauche; cette condensation doit manifestement être mise sur le compte du traitement; mais comme elle n'affecte qu'un certain nombre de cellules dans un même cyste, on ne peut guère s'empêcher d'admettre une altérabilité spéciale des éléments pendant un stade plus ou moins fugitif.

Le cytoplasme de ces cellules renferme une sphérule sidérophile,

FIG. 83, α , quelquefois deux, mais jamais davantage. Ces corpuscules ont tous les caractères optiques et microchimiques des inclusions que nous avons eu l'occasion de décrire plus haut dans le nucléole : même aspect réfringent, même colorabilité par l'HEIDENHAIN et le CAJAL; le PHOT. 167 en montre deux au milieu; avec un peu d'attention, on peut même voir que la coupe optique photographiée passe par leur milieu, car ils sont éclairés au centre. L'origine nucléolaire de cette inclusion cytoplasmique nous paraît très probable, quoique nous n'ayons pas vu sa migration; sa signification demeure pour nous très douteuse.

Les figures qui précèdent ont été empruntées à *Leptynia attenuata*; deux autres phasmes très sommairement explorés, *Menexenus obtus spinosus* et *Dixippus morosus*, nous ont fourni des images très intrigantes, FIG. 81, 82, qui tendraient à faire admettre comme un arrêt momentané dans le développement des groupes quaternes. Le protoplasme, dans ces cellules, est relativement abondant, la membrane nucléaire très nette; le noyau vésiculeux ferait plutôt l'impression d'un noyau au repos. Par ailleurs, la situation constante des cystes qui présentent ces caractères nous oblige à les placer à cette période de la prophase. Le nucléole chromatophile est multiple chez *Dixippus*, FIG. 81, unique et contenant une ou plusieurs sphérules réfringentes chez *Menexenus*, FIG. 82. — De nouvelles recherches sont nécessaires pour préciser la signification de ces images.

Si nous revenons à *Leptynia attenuata*, FIG. 83, nous trouvons dans les mêmes cystes d'autres cellules plus avancées, où les chromosomes nettement individualisés permettent un rapprochement avec les FIG. 106 à 108 précédemment interprétées, telle la cellule de droite, FIG. 83. On y rencontre une de ces figures si discutées sous le nom de *tétrades*, que nous rattachons soit à la forme *a*, FIG. 106, soit à la forme *c*, FIG. 108. Des accumulations terminales peuvent faire apparaître une tête à l'extrémité d'une anse, comme on en rencontre de fréquents exemples, FIG. 108. *c*; si le phénomène va jusqu'à transporter pour ainsi dire toute ou presque toute la nucléine en ces points, il deviendra difficile de voir les ponts incolores qui unissent les sphérules terminales et on aura l'impression de quatre masses indépendantes.

D'ailleurs, il importe de remarquer que ces figures en tétrades perdent beaucoup de leur importance du fait que le plus grand nombre des autres chromosomes ont des formes irréductibles à celle-là; on voit, en effet, dans la même cellule des *V*, des *U*, des doubles traits, sans compter les formes indéfinissables.

Mise au fuseau. Tant que la membrane nucléaire demeure visible, les chromosomes sont épars; celle-ci disparue, les premiers filaments du fuseau se dessinent et les chromosomes montrent une tendance de plus en plus marquée vers les formes définitives de la métaphase (*). Cette évolution est subordonnée en même temps à la forme originelle qu'ils ont prise en se constituant et aux relations qu'ils contractent avec le filament porteur. Nous avons vu combien est variable la première; ce qu'on peut dire de plus général au sujet de la mise au fuseau, c'est que le chromosome tend toujours à se placer perpendiculairement à un filament, mais en lui présentant son extrémité, son milieu ou un point quelconque. Telle est l'idée à laquelle on est conduit soit par l'observation directe des insertions, soit par la discussion rationnelle des formes définitives.

Évolution ultérieure des groupes quaternes. C'est un fait très remarquable que la métaphase de la première cinèse sexuelle se distingue de celle de toute autre cinèse par la diversité des chromosomes tant au point de vue de la forme qu'à celui de la grandeur.

Toutefois, ces formes, si variées soient-elles, peuvent se ramener à un petit nombre de types généraux : bâtonnets simples, bâtonnets portant une proéminence médiane externe, croix, crochets, [, figures en E, anneaux de forme variée.

Nous laissons pour le moment de côté la forme du *chromosome spécial*, quand il est reconnaissable.

Si nous avons à retracer la marche même de nos recherches, nous devrions examiner individuellement et discuter toutes les images; nous croyons que notre exposé gagnera en rapidité et en clarté, si nous donnons tout de suite, sous la forme de diagrammes, les conclusions auxquelles nous avons été conduit. Ces schémas sous les yeux, il nous sera plus facile d'interpréter les différentes formes de groupe quaterne que nous avons rencontrées. Du même coup, nous l'espérons, ces schémas se trouveront indirectement justifiés.

(*) C'est avec regret que, lorsqu'il s'agit de la première cinèse sexuelle, nous nous voyons entraîné à parler de *métaphase*. Ce terme se rapporte, dans les autres cinèses, à un stade caractérisé à la fois par une structure particulière des chromosomes et par un repos complet de toutes leurs parties. Il ne peut plus s'appliquer avec le même sens aux spermatocytes de premier ordre. La raison en est que le mouvement vers les pôles qui déterminera la séparation complète des dyades, au début de l'anaphase, est déjà intervenu pour donner au groupe quaterne la forme qu'il présente à la couronne équatoriale. A parler rigoureusement, la métaphase n'existe pas dans cette catégorie de cellules.

La forme la plus simple d'un groupe quaterne est celle d'un bâtonnet, dans lequel la première division seule tout au plus est discernable à la métaphase; nous l'avons exagérée dans *A, B, C*, FIG. 148, en dessinant un double bâtonnet; en tout cas, nous ne devons pas perdre de vue que chacun d'eux représente une dyade.

L'insertion d'un tel système peut être :

1) *terminale*; le bâtonnet reste droit, série A. Au début, les deux anses jumelles de la première division sont superposées dans le méridien du filament et normales à ce dernier. Leur écartement par le bout central et leur allongement sur le filament directeur donnent lieu à l'apparition successive d'une forme en $\neg$ (non représentée) et à des formes A_1, A_2 ; puis, la réapparition de la deuxième division, masquée jusque-là, amène la forme A_3 , où les deux chromosomes simples, qui constituent chaque dyade, sont distingués dans le dessin.

2) *subterminale*, série B. Le bâtonnet s'incurve en dehors de part et d'autre du point d'insertion, ce qui donne un $\vee$ à branches inégales, tangent au fuseau et parallèle au plan de l'équateur. Dans le schéma B, il est supposé encore droit; s'il était déjà coudé et vu de profil, il se présenterait comme en B_4 . L'ascension consiste dans la séparation des deux dyades superposées dans le plan équatorial, séparation qui débute par le coude et donne successivement B_1 et B_2 . A l'anaphase avancée, la dyade peut se présenter sous un aspect un peu spécial : la petite branche du $\vee$ pouvant être indivise quand la grande est clivée, l'ensemble du chromosome prend l'aspect d'un Υ , dont la branche impaire serait incurvée sur le plan des deux autres (*V à queue* de GRÉGOIRE).

3) *médiane*, série C. Alors, le bâtonnet s'incurve en un $\mathbf{V}$ à branches égales. Le schéma le représente non encore coudé et vu de face; coudé et de profil, il se présenterait comme en C_4 . Le dédoublement donne successivement C_1 et C_2 . Dans le cas des séparations inachevées aux extrémités, on a des anneaux allongés couchés sur le fuseau.

On pourrait suivre parallèlement l'évolution progressive des autres formes de groupes quaternes; mais celles-ci n'étant que des complications de la forme en bâtonnet, il y aurait peu d'utilité à en donner le détail. A titre d'exemple, nous indiquons FIG. 149 en A'', A''_1 , ce que deviennent les images A, A_1 , en supposant un chromosome formé de deux dyades tordues l'une sur l'autre.

Nous devons pourtant attirer l'attention sur un cas particulier qui se

voit au mieux chez les acridiens, où il est très fréquent. Nous l'avons traduit dans la série A' , FIG. 149. Un groupe quaterne en forme d'anneau rompu est orienté dans le plan de l'équateur et s'applique sur le filament par les extrémités libres. C'est donc encore une variété du type A , avec cette particularité remarquable que les dyades, au lieu d'être superposées, sont juxtaposées. Dans l'ascension polaire, les branches commencent par se croiser en passant l'une sur l'autre et se redressent perpendiculairement au plan de la boucle, qui demeure toujours parallèle à l'équateur, mais en se resserrant de plus en plus jusqu'à ne plus former qu'un nœud compact, A_1 . Pour ce qui regarde leur séparation, il se peut qu'elle ne survienne qu'après qu'elles se sont rectifiées et on retombe sur l'image A_2 ; il se peut aussi qu'elle précède la rectification complète et alors, grâce à un léger mouvement de rotation, on peut avoir des états tels que A'_2 .

Les circonstances de forme et de position que nous venons de préciser et l'allure qu'elles impriment à l'évolution du groupe quaterne nous semblent suffisantes pour interpréter les images que nous avons rencontrées. Pour plus de rapidité et au risque de nous condamner à une énumération un peu sèche, nous réduisons cette interprétation à la simple mise en regard des schémas des FIG. 148, 149, et des images qui leur correspondent dans les figures réelles.

Signalons d'abord, en b , FIG. 131, et dans le PHOT. 178, à droite, un exemple typique de A (insertion terminale), avec cette circonstance que le chromosome a commencé à glisser, ce qui marque le début de la figure en $\perp$; la même se voit au mieux dans la cellule 118, à droite. En c , FIG. 109, autre chromosome de même type, mais dont les deux dyades font un angle à sommet interne, tandis qu'en b , FIG. 84, on a l'inverse.

A_1 ou sa variété A'' , se trouvent réalisés dans les formes en chevron, FIG. 125, c , et 126, à gauche; on peut rattacher au même stade les bâtonnets à proéminence externe qui se voient dans un grand nombre de cellules, FIG. 85, 87, 89, 109, 110, 112. Suivant que les anses jumelles en glissant s'infléchissent seulement en arc de cercle ou se coudent brusquement à angle droit, on a des figures de l'un ou de l'autre type.

Le stade suivant, A_2 , se reconnaît dans les FIG. 87, 88, 110, 112, 126, 131, 136.

A_3 correspond à la réapparition de la seconde division longitudinale; il se présente dans la FIG. 89 (4^e chromosome à partir de la gauche), avec des particularités qui donnent lieu à quelques remarques. Les anses ju-

melles du chromosome se distinguent de celles du schéma par ce fait qu'elles sont fortement étranglées près de leur extrémité polaire (bout central de la forme originelle); par suite de cette modification, l'ensemble paraît divisé en quatre groupes binaires.

Comme on le voit sur la figure et mieux sur l'objet, ce que nous venons d'appeler étranglement est en réalité l'effet d'une accumulation de la nucléine à une des extrémités de la dyade. Nous avons déjà fait appel à cette tendance de la nucléine pour interpréter diverses figures de la prophase et nous rencontrerons encore des aspects qui lui sont imputables. Le renflement, remarquons-le aussi, n'est pas toujours accompagné de l'apparition d'un col et il peut se faire aussi bien à des extrémités en contact qu'à des extrémités libres. Si maintenant on se rappelle que le milieu d'un bâtonnet droit et couché en long à la métaphase représente les bouts primitivement périphériques de deux dyades, on n'a pas de difficulté à interpréter les figures en forme de croix. Elles ne diffèrent des bâtonnets simples que par les renflements des extrémités qui sont en contact à l'équateur. Le montant de la croix sera échancré aux deux bouts, quand la seconde division commencera à réapparaître, ou clivé sur toute sa longueur si le processus est plus avancé, FIG. 88, *a*.

La série des formes correspondant à l'insertion subterminale est moins riche dans nos figures que la précédente. Il n'y en a pas qui corresponde exactement à B, mais on peut y rattacher la forme *a*, FIG. 125. Pour la dérivation de celle-ci, il faut concevoir un groupe originel tel que *A''*, dans lequel les deux bouts libres de chaque extrémité seraient soudés secondairement et supposer en plus l'insertion subterminale. L'étirement d'une semblable boucle fermée et tordue doit manifestement donner la figure en question. Un détail reste à signaler. C'est qu'il existe à la soudure interne des deux dyades un de ces renflements dont nous avons parlé ci-dessus.

Les formes en crochet d'imprimerie, [, c'est-à-dire B_2 avant que la séparation à l'équateur soit effectuée, sont nombreuses : FIG. 88, *b*, 136, à droite; à gauche, dans la même figure, le cas correspondant exactement à B_2 . On remarquera que les branches transversales sont à angle droit.

Avec ces formes, il n'est pas rare d'en trouver d'autres qui en diffèrent par une petite barre transversale médiane, de véritables E; leur dérivation nous a paru jusqu'ici assez difficile (*).

(*) Nous y reviendrons dans la discussion des résultats.

La forme schématisée en B_3 est d'une observation plus délicate, mais se résout très bien toutes les fois quelle est suffisamment isolée. Elle est encore constituée par deux $\mathbf{v}$ à branches inégales qui se clivent. Si la division se voyait toujours dans les deux branches, on aurait des figures correspondant exactement au schéma, mais il en est rarement ainsi : des superpositions ou des retards dans le clivage donnent lieu à des figures telles que b , FIG. 126, où les grandes branches paraissent simples et les petites divisées. Dans la même cellule, le second chromosome, à partir de la gauche, présente le cas inverse, lequel est d'ailleurs le plus fréquent.

La troisième série de nos schémas de dérivation n'est représentée dans les planches que par quelques chromosomes.

Si l'étirement qui tend à produire la figure C_1 ne va pas jusqu'à faire apparaître une lumière entre les dyades-sœurs, on peut avoir une croix ; il est possible que telle soit l'origine du chromosome c , FIG. 121.

A un stade plus avancé que C_1 , mais moins avancé que C_2 , on a un anneau losangique couché sur le fuseau, formé de deux $\mathbf{v}$ opposés, $\diamond$, dont les extrémités sont en contact et peuvent être renflées ; c'est le cas de la FIG. 125.

Reste à examiner le cas particulier auquel se rapporte la série A' . Nous avons dit qu'il se rencontre chez les acridiens et correspond à des conditions assez spéciales. Il s'agit d'un chromosome dans lequel originellement les deux dyades-sœurs sont en demi-anneaux plus ou moins réguliers, tels que b , FIG. 130. Cette figure et celles dont il va être question sont empruntées à *Edipoda miniata*.

L'accroissement et la condensation qui l'accompagne transforment le chromosome en un anneau robuste, où les soudures peuvent se dissimuler partiellement ou complètement (comparer les deux anneaux extrêmes de la FIG. 132 ; voir aussi le PHOT. 176, où un étranglement, bien visible surtout du côté interne, en haut à gauche, correspond à l'une des deux soudures). A ne regarder que la forme et la genèse de cet anneau, il n'y a rien qui le distingue de celui de la FIG. 106, c ; pourtant leur sort ultérieur est différent : au lieu de se mettre au fuseau suivant un plan méridien, celui qui nous occupe maintenant se place dans un plan parallèle à l'équateur.

La forme de ce chromosome au début de son mouvement ascensionnel, A'_1 , se voit de face en a , FIG. 132, et de trois quarts en c , FIG. 131 ; le même vu de champ s'aperçoit en d , FIG. 131 ; il a l'apparence d'une croix ; la partie sombre est au premier plan et correspond à l'anneau vu en projec-

tion; les deux bouts plus pâles, déjà en mouvement, se voient respectivement au-dessus et au-dessous.

Nous avons sommairement indiqué, en exposant le schéma, comment se fait l'ascension : les deux branches, en même temps qu'elles glissent le long du fuseau, s'alignent l'une derrière l'autre et tirent pour ainsi dire sur le reste de la figure, sans que cette traction en modifie l'orientation. Tout se passe comme si la partie non encore appliquée sur le fuseau, constituant une boucle annulaire parallèle à l'équateur, s'épuisait successivement à mesure que la nucléine glisse le long du fuseau; pendant toute cette phase, l'ensemble forme une croix dont le montant augmente progressivement aux dépens des bras qui finissent par disparaître totalement, pour faire place à un étranglement lors de la séparation des dyades. C'est ainsi que les chromosomes *c* ou *d*, FIG. 131, peuvent conduire au système de deux bâtonnets superposés le long du fuseau qui se voit à droite dans la même cellule.

Il est à remarquer qu'avant la rectification complète on peut passer par un stade intermédiaire schématisé en A'_2 et auquel correspond le PHOT. 177. Dans l'observation directe de la préparation, on ne conserve aucun doute à cet égard grâce à la possibilité d'explorer l'objet en profondeur; la photographie, quoique irréprochable en tant que coupe optique, ne justifie cette interprétation que d'une manière incomplète. C'est peut-être une dérivation analogue qui donne naissance à des figures telles que *a*, FIG. 85 (*Leptynia*). En dehors de cette interprétation, celle qui se présente le plus naturellement pour rendre compte de cet aspect asymétrique serait d'admettre une mise au fuseau par des extrémités opposées pour les deux dyades-sœurs, de telle sorte que le filament directeur passe par la diagonale du rectangle idéal déterminé par les deux bâtonnets. Ce qui nous empêche d'appuyer davantage sur cette dernière hypothèse, c'est seulement le fait qu'un tel mode de mise au fuseau irait à l'encontre de tout ce que l'on a vu jusqu'à présent.

Pour achever l'étude des spermatocytes de premier ordre, il ne nous reste plus qu'à indiquer quelques formes moins importantes, qui se laissent d'ailleurs ramener aux types examinés, et à ajouter quelques renseignements relatifs à la numération des groupes quaternes et au chromosome accessoire.

1. Les espèces chez lesquelles les chromosomes sont petits, les forficules, par exemple, se prêtent mal à l'étude des détails, surtout aux stades voisins des métaphases; pourtant, on peut encore reconnaître quelques-uns des caractères que nous avons analysés d'après les espèces plus favorables.

Labidura riparia nous a fourni la FIG. 146; la plupart des chromosomes sont déjà en anaphase, alors qu'à gauche du fuseau on en voit un en forme d'U très ramassé et trapu orienté dans le plan du méridien, donc encore insertion terminale comme pour *a* et *e*, FIG. 169. Nous avons eu l'occasion de remarquer déjà que, chez les forficules, les chromosomes sont très réguliers au début de l'anaphase et que leur ascension est sensiblement synchrone, FIG. 142. Dans cette figure, la partie fusoriale est assez incomplète; on trouve quelquefois à ce stade deux très beaux asters développés autour de centrosomes correctement délimités.

Nous ne ferons que signaler l'allure assez spéciale des groupes quaternes chez les phasmes exotiques que nous avons superficiellement étudiés à ce point de vue, *Menexenus obtusispinosus*, FIG. 90 et 91, et *Dixippus morosus*, FIG. 92. Tandis que, chez *Leptynia*, les formes des chromosomes sont relativement ramassées, bien définies, chez ces espèces, elles sont grêles, allongées, flexueuses, et se prêtent mal à une étude détaillée.

2. La numération est un point important de l'étude des groupes quaternes. Non seulement le nombre des chromosomes est un des termes à connaître pour établir qu'il y a réduction numérique, ce qui à nos yeux n'est qu'une question de second ordre, le fait capital étant la réduction quantitative, mais il prend actuellement une importance nouvelle dans l'histoire du chromosome spécial. Aussi nous sommes-nous attaché à la numération dont il s'agit toutes les fois que les images nous l'ont permis.

Chez *Leptynia*, elle se fait rigoureusement sur la plaque équatoriale observée en vue polaire. Nous avons eu un très grand nombre de ces couronnes sous les yeux; elles sont pleines, irrégulières, quelquefois isodiamétrales, FIG. 86, d'autres fois allongées, PHOT. 169. Toujours, le nombre des groupes quaternes a été trouvé de 18. C'est, si l'on s'en souvient, la moitié du nombre des chromosomes des spermatogonies, aussi bien que de la plupart des cellules somatiques.

La FIG. 111 montre avec quelle distinction se présentent les chromosomes chez *Orphania denticauda*. On en compte 15; c'est la moitié du nombre des chromosomes ordinaires dans les spermatogonies, FIG. 98.

Le même rapprochement peut être fait pour *Forficula auricularia* entre les FIG. 141 (spermatocyte) et 130 (spermatogonie), où l'on trouve respectivement 12 et 24 chromosomes très raccourcis.

La couronne dessinée FIG. 147 (*Labidura riparia*) est tellement pauvre en masses nucléiniennes qu'on serait tenté de la croire incomplète; mais en

réalité dans cette espèce, il n'y a que 6 groupes quaternes. Il est remarquable que l'un d'entre eux est beaucoup plus petit que les autres. Nous n'avons pas établi de comparaison avec les spermatogonies dans cette espèce.

3. Le *chromosome spécial* n'est pas reconnaissable chez toutes nos espèces; chez celles où nous avons pu l'identifier, il se présente avec des allures très diverses.

Soit d'abord *Orphanina*. Après avoir décrit dans les spermatogonies quelques traits de son histoire et constaté sa présence aux premiers stades de la prophase du spermatocyte, nous l'avons négligé à dessein à partir du stade de la condensation nucléinienne.

On le distingue pourtant dans les FIG. 105 et 107 relatives à ce stade, grâce à sa taille et à son homogénéité qui contraste avec l'état granuleux des autres chromosomes. Tantôt il demeure en bâtonnet, FIG. 106, *cs*, tantôt il se met sous la forme d'une boucle, FIG. 107, *cs*, sans qu'on puisse dire si ce dernier état est dû à un recourbement de la forme précédente ou à un clivage incomplet suivi de croisement. A la métaphase et à l'anaphase, FIG. 110 et 112, on le trouve placé excentriquement, le plus souvent accolé au fuseau, mais quelquefois aussi en plein cytoplasme indifférent. Nous ne voulons pas dire que dans ce cas il n'y a pas eu déplacement par le rasoir; mais nous ne saurions douter de la réalité de cette allure toute particulière, on la constate quelquefois sur toutes les cellules d'un même cyste. La forme en **U** à branches allongées et très rapprochées est très manifeste à ce stade.

Le chromosome spécial se retrouve avec des caractères comparables, mais plus petit, chez un autre locustien, *Platypleis grisea*, FIG. 118, et chez deux grylloniens, *Gryllus domesticus* et *Nemobius sylvestris*, FIG. 136 et 137. Sa situation dans ces espèces indique clairement qu'il passera tout entier dans l'un des noyaux-fils et de fait l'étude des spermatocytes de II^e ordre nous montrera que tel en est le sort.

Chez les phasmes, le chromosome spécial prend des allures très particulières et fort intéressantes. On trouve d'abord des espèces qui s'éloignent peu, à ce point de vue, des précédentes : par exemple, *Menexenus obtuse-spinosus*, où le chromosome en question est quelquefois placé excentriquement et isolé comme chez les gryllides, FIG. 90, *cs*, tandis que, d'autres fois, il semble formé d'une masse indivise qui tend à se mettre en relation par une partie atténuée avec un des chromosomes de la couronne, FIG. 91, *cs*.

Ces rapports, à peine indiqués ici par ce prolongement filiforme, deviennent très étroits chez *Leptynia attenuata*, où le chromosome spécial se présente sous la forme d'une barre courte et robuste accolée transversalement à l'extrémité d'un groupe quaterne également en forme de barre. L'ensemble prend ainsi la forme d'un **L**, que nous appellerons indifféremment *chromosome spécial* ou *chromosome en L*, *cs*, FIG. 87, 88, 89. Nous devons bien faire remarquer qu'il ne s'agit pas d'une disposition fortuite ou variable, mais de quelque chose de constant, qui s'observe dans toutes les cellules qui se présentent convenablement. Dans le PHOT. 170, on voit ce chromosome dans les trois cellules de droite, au mieux dans la cellule inférieure et dans la cellule supérieure.

Il est intéressant de constater qu'à l'anaphase les deux parties de ce complexe ont un sort bien différent. La barre longitudinale de l'**L**, c'est à dire le chromosome ordinaire, se partage comme les autres; le chromosome spécial proprement dit (la barre transversale) demeure indivis et monte au pôle sans quitter la dyade à laquelle il est fixé. La FIG. 93, *cs*(*), montre clairement cette manière de faire, avec cette particularité que les dyades se sont déjà en partie clivées; plus tard, aux couronnes polaires, on retrouve des figures en équerre qui reconnaissent la même origine, FIG. 94, *cs*.

Quelle peut être la genèse de cette association? Nous avons remarqué à la prophase que le nucléole chromatophile était en continuité avec le boyau nucléinien, FIG. 80, *cs*. On peut supposer que ces relations de continuité se maintiennent pendant et après le tronçonnement, sans qu'elles empêchent les deux divisions longitudinales de s'effectuer à l'ordinaire et il doit se constituer ainsi un groupe quaterne porteur du chromosome spécial. Que la mise au fuseau ait lieu par le point d'union, le schéma représentatif de ce cas sera le double bâtonnet *A* de la FIG. 148, complété par l'adjonction, à droite, d'une tête homogène qui serait le nucléole chromatophile; on peut concevoir que, lors de l'ascension polaire, cette tête, n'étant pas appelée à se diviser, suive l'une des deux dyades et abandonne l'autre.

La forme subséquente que prendra le quaterne, une fois les dyades alignées, est celle que l'on aurait en supposant l'insertion terminale pour une de ces dyades et subterminale pour l'autre : au lieu d'un bâtonnet droit ou d'un double crochet, on aura une forme intermédiaire, soit une **L**.

(*) Cf. PHOT 171 en haut à gauche.

Pourquoi le nucléole reste-t-il adhérent plutôt à une des dyades qu'à l'autre? Nous ne pouvons, dans l'état actuel de nos recherches, en donner aucune raison satisfaisante.

On ne saurait trop se garder d'attribuer au chromosome spécial une manière d'être uniforme chez les phasmes. Outre les deux formes que nous venons de voir, propres à *Ménexenus obtusespinosus* et à *Leptynia attenuata*, nous en avons rencontré une troisième toute différente chez *Dixippus morosus*. Dans cette espèce, le chromosome spécial, déjà morcelé à la prophase, FIG. 81, le demeure à la métaphase, FIG. 92, où il est sous la forme d'un amas de granules fortuitement disposés en spirale dans la cellule dessinée. Il nous a été impossible de déterminer si dans l'anaphase ces fragments sont tous au même pôle.

b) *Spermatocytes de deuxième ordre.*

Immédiatement après la formation des couronnes polaires dans les spermatocytes de premier ordre, et dès que les cellules-filles sont individualisées, sans stade de repos, la couronne équatoriale des spermatocytes de deuxième ordre se constitue. L'important, à ce stade, c'est de démêler l'évolution particulière des diverses formes de dyades que nous avons appris à connaître dans les schémas, FIG. 148. Comme nous l'avons fait pour les quaternes eux-mêmes, nous allons donner sur ce point notre pensée en nous aidant de figures schématiques.

1. Dyade provenant d'un quaterne à insertion terminale, A_4 , A_5 . Elle est droite et se met dans le plan de l'équateur, de telle sorte que ses éléments, les chromosomes simples, soient superposés dans un méridien. L'ascension aux pôles se fait comme en A_2 et l'on passe au stade A_5 . Cette dernière figure se distingue de A_2 par la gracilité de ses éléments.

2. Dyade provenant d'un quaterne à insertion subterminale B_4 , B_5 . Les dyades-sœurs ayant la forme d'un **V** à branches inégales se mettent au fuseau de telle sorte que leurs éléments se trouvent séparés par le plan de l'équateur, B_4 . L'ascension aux pôles a lieu le coude en avant, B_5 .

3. Dyade provenant d'un quaterne inséré par le milieu, C_4 , C_5 . Les choses se passent comme dans le cas précédent; les figures ne diffèrent que par la symétrie des **V** ou des **U**.

Les deux dernières formes ont, nous le verrons plus loin, une importance particulière pour faire la preuve de la double division longitudinale; nous allons d'abord attirer l'attention sur leur présence dans quelques cellules.

La FIG. 127 représente une couronne équatoriale de spermatocytes de deuxième ordre chez *Stenobothrus*; on y voit en *b* un double **v** absolument théorique (C_4). En *a*, un autre double **v**, à branches inégales (B_4), donne lieu à cette remarque que les deux branches courtes sont demeurées unies; cet état correspond à un **v** à queue du spermatocyte de premier ordre. A gauche de *b*, il faut noter dans la même figure un double bâtonnet correspondant à A_4 .

Dans la figure suivante, FIG. 128, se voient deux groupes de **v**-frères à branches inégales; c'est la dislocation des figures précédentes.

La forme en double **v**, $\diamond$, ne se trouve pas dans cette série, mais il y en a une dans la FIG. 97, relative à *Leptynia attenuata*.

Les images correspondant aux schémas A_4 sont fréquentes. De même que pour A_1 , on peut, au lieu de deux bâtonnets allongés, parallèles, avoir des **U** trapus orientés dans un plan méridien, tel est le cas pour les spermatocytes de II^e ordre dans *Orphanina*, FIG. 114 et 116.

Ces deux figures, complètes l'une et l'autre et appartenant bien au même stade, nous fournissent l'occasion d'une remarque importante au sujet du chromosome spécial: il existe dans l'une et point dans l'autre. Et ce n'est pas là un cas isolé: dans un même cyste à ce stade, la moitié, exactement, des cellules contient un chromosome spécial, l'autre pas; résultat qui était d'ailleurs à prévoir, dès lors que nous avons vu le chromosome en question, à l'anaphase précédente, passer indivis dans un des noyaux-fils.

Les FIG. 113 et 115 correspondent à ces deux catégories de cellules-sœurs deux à deux. Dans la première, on compte 15 chromosomes et dans la seconde 16.

La FIG. 117 est empruntée à la même espèce et montre que le chromosome spécial se partage entre les deux cellules-filles (spermatides) issues d'un spermatocyte de deuxième ordre. Par conséquent, sur les quatre spermatides issues d'un même spermatocyte de I^{er} ordre, deux seulement recevront un chromosome spécial. Il en est de même chez *Platycleis*, FIG. 119.

Nous n'avons pas pu nous assurer si chez les phasmes il y a également division du chromosome spécial à l'anaphase des spermatocytes de deuxième ordre; la FIG. 96 qui montre une couronne équatoriale dans une de ces cellules permet de compter 18 chromosomes, dont deux en **v**. L'un de ces derniers peut correspondre à la branche coudée du chromosome spécial. L'autre doit être rapproché de *b*, FIG. 127, et nous fournit un moyen de rattacher le double **v**, $\diamond$, qui se voit dans la FIG. 97 à la série C_5 de notre schéma 148.

B. *Discussion critique de nos résultats.*

C'est à dessein que, dans les pages précédentes, il a été fait abstraction de toute comparaison de nos résultats avec ceux de nos devanciers; il convient de faire maintenant cette confrontation et de rechercher jusqu'à quel point les vues que nous venons d'exposer sont en accord ou en désaccord avec celles des auteurs récents qui se sont occupés de la même question. Les quelques remarques que nous avons à faire peuvent se grouper sous deux chefs : groupe quaterne, chromosome spécial.

a) *Constitution et évolution du groupe quaterne.*

Les auteurs qui mettent à la base de la constitution du groupe quaterne une double division longitudinale sont nombreux déjà et ils s'appuient sur des recherches dont on ne peut méconnaître la valeur.

Indiqué dès 1887 par BOVERI dans l'ovocyte de l'*Ascaris megalocephala*, ce phénomène fondamental a été retrouvé en 1893 par BRAUER dans le spermatocyte de la même espèce et un peu plus tard par MOORE (95) dans celui des sélaciens.

La spermatogénèse des batraciens étudiée successivement d'abord par MEVES (salamandre, 95) et tout récemment par EISEN (batrachoseps, 1900), JANSSENS (tritons, 1900, 1901) conduit à la même conclusion.

Dans leurs recherches si remarquablement précises sur l'ovogénèse du même groupe de vertébrés, CARNOY et LEBRUN (99) admettent aussi une double division longitudinale, bien qu'ils l'entendent d'une manière un peu spéciale. Quant à l'intervention de la double division longitudinale dans la spermatogénèse végétale, il suffit de rappeler que c'est le fait principal établi dans les mémorables travaux presque simultanés de GUIGNARD (99), GRÉGOIRE (99), STRASBURGER (1900).

Malgré les progrès indéniables dont témoignent tant de publications concordantes, cette manière de concevoir la formation des groupes quaternes est loin de régner sans conteste; elle n'a même jamais été proposée pour les arthropodes. Bien que l'attention des chercheurs se soit portée de préférence peut-être sur ce groupe d'animaux, principalement dans ces dernières années, tous leurs mémoires, sans exception, concluent à un processus réductionnel au sens de WEISMANN. Tels sont, pour ne citer que les plus récents, ceux de MC CLUNG (99) sur les acridiens, de PAULMIER (99), de MONTGOMERY (99 et 1900) sur les hémiptères et *Peripatus*.

Des botanistes ne manquent pas qui défendent la théorie réductionnelle chez les végétaux. DIXON (1901), entre autres, cherche à la relever du coup porté par les travaux que nous avons mentionnés ci-dessus.

Ces divergences de vues sont d'autant plus surprenantes que les images sur lesquelles on cherche à s'appuyer sont plus semblables. C'est un fait reconnu par tout le monde que les mêmes formes de groupes quaternes, formes d'ailleurs spéciales à ce genre de chromosomes, se retrouvent d'un bout à l'autre de la série animale aussi bien que chez les végétaux les plus divers, cryptogames et phanérogames(*). Les principales, à la métaphase et à l'anaphase, sont précisément celles que nous avons eu à décrire dans le paragraphe précédent; on peut citer comme plus répandus, d'après les travaux que nous avons parcourus : le *bâtonnet* droit ou bossu, l'*anneau*, la *croix*; nous mettons à part les *tétrades* sur lesquelles nous aurons à revenir.

La croix est de toutes ces figures celle dont la genèse peut le plus facilement donner lieu à des interprétations en sens contraire. — C'est précisément pour cette raison que nous croyons devoir l'étudier spécialement au point de vue critique, persuadé que, cette figure une fois rattachée à une théorie, les autres doivent en suivre le sort.

Pour mieux préciser l'objet de notre discussion, éliminons tout d'abord une catégorie de croix constituées par deux dyades en V opposés, $\diamond$; nous parlons uniquement des croix ouvertes, formées par deux V rompus au coude. Nous n'avons pas besoin d'insister pour faire remarquer que dans la réalité les lignes droites de nos schémas sont plus ou moins arquées et généralement juxtaposées sur une grande partie de leur longueur. Il en résulte qu'au lieu de la forme en losange, $\diamond$, on a plutôt γ_c , c'est-à-dire une croix évidée, qui, grâce à la soudure des quatre tronçons, donne une croix pleine.

Les interprétations proposées pour la figure ainsi comprise peuvent se réduire à quatre, qui sont patronnées respectivement par MC CLUNG (99), PAULMIER (99), DIXON (1901) et les botanistes partisans de la double division longitudinale.

(*) Cf. HAECKER (99, p. 173); WILSON (1900, p. 271).

Résumé des opinions.

	Mc Clung (99)	Paulmier (99)	Dixon (1901)	Guignard (99) Grégoire (99) Strasburger (1900)
I. Matériaux de construction du quaterne	$a \text{ ——— } b$	$a \text{ ——— } b$	$a \text{ ——— }b \text{ ——— }$	$a \text{ ——— }$
II. 1 ^{re} division longitudinale	$a' \text{ ——— } b'$ $a' \text{ ——— } b'$ réelle	$a' \text{ ——— } b'$ $a' \text{ ——— } b'$ réelle	$a \text{ ——— }b \text{ ——— }$ apparente	$a' \text{ ——— }a' \text{ ——— }$ réelle
III. 2 ^{me} division longitudinale	absente	absente	$a' \text{ ——— }a' \text{ ——— }b' \text{ ——— }b' \text{ ——— }$ apparente (en réalité 1 ^{re})	$a'' \text{ ——— }a'' \text{ ——— }a'' \text{ ——— }a'' \text{ ——— }$ réelle
IV. Première cinèse sexuelle (ANAPHASE)	$a' \text{ ——— } b'$ $a' \text{ ——— } b'$ équationnelle	$a' \text{ ——— } a'$ $b' \text{ ——— } b'$ réductionnelle	$a' \text{ ——— } b'$ $b' \text{ ——— } a'$ équationnelle	$a'' \text{ ——— } a''$ $a'' \text{ ——— } a''$ équationnelle
Deuxième cinèse sexuelle	réductionnelle	équationnelle	réductionnelle	équationnelle

Les matériaux de construction du groupe quaterne (série I) sont, pour Mc CLUNG et MONTGOMERY, une anse représentant deux chromosomes aboutés, a et b ; pour DIXON, deux anses distinctes, a , b ; pour les autres botanistes, une anse unique (qu'elle représente ou non deux chromosomes aboutés).

1) Pour Mc CLUNG, il y a d'abord une division longitudinale qui est réelle, divisant l'anse en deux filaments $\frac{a'}{a'} \frac{b'}{b'}$; suit une condensation; la mise

au fuseau se fait toujours par le milieu (point de soudure des tronçons constitutifs); les mouvements de l'anaphase isolent sous la forme de ∇ opposés, $\diamond$, les deux anses jumelles résultant de la division longitudinale; puis, les éléments de ces anses se libèrent par rupture au coude.

La première division est donc équationnelle, séparant $\frac{a' b'}{a' b'}$; la seconde sera réductionnelle, séparant $\frac{a'}{b'}, \frac{a'}{b'}$.

2) MONTGOMERY est d'accord avec MC CLUNG jusqu'à la mise au fuseau, mais, d'après lui, le quaterne est saisi par le filament directeur dans le sens de sa longueur au lieu de se placer en travers. L'ascension au pôle est précédée d'une scission suivant l'équateur, qui est réductionnelle, $\frac{a' a'}{b' b'}$; la seconde cinèse sexuelle est équationnelle, $\frac{a'}{a'}, \frac{b'}{b'}$.

3) DIXON n'admet, lui aussi, qu'une seule division longitudinale; mais comme elle porte sur deux anses accolées (celles de la série II), elle donne l'illusion d'une double division longitudinale (série III). L'insertion est terminale; à l'ascension, au lieu d'un départ de deux anses de même nom, de chaque côté de l'équateur, il se fait une association d'anses non sœurs; la première division sera donc équationnelle, $\frac{a' b'}{a' b'}$, la suivante réductionnelle, $\frac{a'}{b'}, \frac{a'}{b'}$.

4) D'après le dernier groupe d'auteurs, deux divisions longitudinales réelles conduisent à quatre anses, sœurs deux à deux, a'' , qui s'insèrent terminalement dans le cas où les figures conduisent à une croix ouverte. Le passage à la forme définitive se fait d'après le schéma que nous avons proposé nous-même, FIG. 148, A_2, A_3 , schéma établi dans l'hypothèse d'une double division longitudinale.

DISCUSSION.

DIXON s'appuie principalement sur les phénomènes de prophase correspondant au moment où le boyau abandonne sa forme de filament grêle (stade *dolichonema* de l'auteur) pour apparaître sous la forme d'anses doubles enroulées (*strepsinema*) et, pour lui, ces torsades proviennent de l'accolement de deux anses étrangères l'une à l'autre.

Personne ne peut méconnaître que les objections de DIXON ne soient ingénieuses et ne reposent sur de fines analyses.

Les principales sont assurément celles qui s'appuient sur la manière d'être des filaments tordus; or, il est bien possible que chez les végétaux ces figures fassent quelques difficultés, difficultés qui nous semblent avoir été résolues d'ailleurs par le précédent travail de GRÉGOIRE; mais ce qu'il nous appartient de remarquer, c'est que ces mêmes figures se retrouvent chez les acridiens et avec des caractères qui ne laissent subsister aucun doute sur la réalité de la division longitudinale. Il suffit d'observer que les filaments moniliformes, envisagés par nous comme des filaments jumeaux dans les torsades, ont commencé à se montrer dans un même filament originel sous la forme de deux séries de granules, FIG. 80.

C'est aussi à un simple accollement que WILCOX fait appel pour interpréter les aspects de division longitudinale chez les acridiens. Mais le phénomène est si clair chez ces animaux que MC CLUNG n'a pas eu de peine à réfuter cette manière de voir.

Cet observateur, en effet, ayant travaillé sur un acridien, a eu sous les yeux des figures on ne peut plus semblables à celles qui nous ont été fournies par nos propres objets. Aussi ne faisons-nous aucune difficulté de reconnaître la réalité de tous les aspects sur lesquels il s'appuie. Si nous nous séparons de lui, c'est quand il affirme que toutes les insertions sont médianes.

Le lecteur se rappelle que nous avons pu en citer de subterminales et de terminales; au surplus, dans le cas des insertions médianes, la figure consécutive est un double V opposé, non destiné à se scinder au coude. En deux mots, nous ne nions pas la réalité d'images telles que celles que nous avons schématisées en A_3 , FIG. 148, nous nions qu'elles viennent de bâtonnets pris par le milieu, C .

MC CLUNG fait grand fond, pour appuyer son interprétation, sur une forme spéciale, la forme en anneau, qui pour lui dérive du bâtonnet $\frac{a'b'}{a'b'}$, supposé placé transversalement sur le fuseau, inséré par son milieu et incurvé en dehors jusqu'à rapprochement et soudure de ses extrémités.

Le chromosome en anneau est en effet très fréquent chez les acridiens; mais il nous a été possible d'en reconstituer l'histoire, grâce à des détails qui ne semblent pas s'être rencontrés dans les figures de MC CLUNG. On se souvient que nous avons établi les deux points suivants en complet désaccord avec la théorie de l'auteur américain :

1. Les deux moitiés de l'anneau proviennent de la première division longitudinale;

2. L'insertion est terminale.

Remarquons, avant d'abandonner le chromosome en anneau, que nous admettons comme plus général le mode d'ascension schématisé en A' , A'' , FIG. 149. Cependant, nous avons rencontré quelques images qui, au premier abord, seraient plus favorables à l'hypothèse de Mc CLUNG; il s'agit de chromosomes tels que b , FIG. 123, dans lesquels chacune des couronnes-filles irait à un pôle différent. Mais pour que de pareilles figures démontrent la réalité d'une division transversale, il faudrait que l'anneau fût dû au recourbement d'une forme originelle simple et nous avons démontré qu'il est dû à un clivage.

A l'opinion de Mc CLUNG, on peut rattacher celle que MONTGOMERY a adoptée dans son récent travail sur *Peripatus* (1900). L'interprétation fondamentale de la croix est la même, avec cette particularité que l'auteur admet une continuité des groupes quaternes. Ce dernier point échappe à la discussion telle que nous avons voulu la restreindre; ajoutons toutefois que le système des figures symétriques et homogènes, auquel conduit cette continuité, implique une mise au fuseau uniquement médiane; de ce chef, elle est en désaccord avec les faits que nous avons exposés.

Ce même fait de la diversité des mises au fuseau, sur lequel nous avons insisté, nous permet d'écarter également l'opinion soutenue par PAULMIER et MONTGOMERY dans leurs travaux sur les hémiptères. Dans le cas précédent, l'insertion devait être transversale, mais toujours médiane; dans celui-ci, elle est supposée toujours longitudinale.

Cette élimination faite, nous avons à peine besoin de faire ressortir la concordance du quatrième schéma avec nos propres interprétations. Pourtant, puisque nous sommes amené à rapprocher nos images de celles qui ont été publiées par des botanistes, il nous paraît intéressant de serrer d'un peu plus près le parallélisme. Nous pourrions dresser un long catalogue de concordance, contentons-nous d'un tableau très incomplet, où prennent place pourtant les principaux stades.

	Figures de Strasburger (1900)	Figures de Grégoire (99)	Nos figures
Première division longitudinale	1 6, 7, 8	2 8	80, 103, 121 105, <i>b, c, d</i>
Deuxième division longitudinale	175	10	123, <i>d, c, 130, a, b, c</i>
Formes définitives	35 28	18, <i>f</i> 19, <i>b</i> 19, <i>a</i>	109, <i>b</i> 126, <i>a</i> 125, <i>a</i>
Mise au fuseau et anaphase	31 25 <i>a</i> 116	19, <i>c</i> 20 et 21	126, <i>b</i> 125, <i>b</i> 177
(PREMIÈRE CINÈSE)	111 29 122		132, <i>b, et 176</i> 137 110, <i>a, 87, a</i>
Deuxième cinèse	96	35	127

Parmi les formes rapprochées dans ce tableau, nous désirons appeler spécialement l'attention sur le chromosome en **E**, fig. 29, de STRASBURGER. Comme nous l'avons vu, cette forme se retrouve dans nos objets (FIG. 137) et son interprétation nous avait paru difficile. Celle que suggère STRASBURGER (p. 22) semble naturelle et parfaitement applicable aux images que nous avons eues sous les yeux. Il peut se faire qu'un quaterne elliptique ou annulaire, constitué par deux V opposés et encore unis par les extrémités des branches, se brise d'un côté par suite de la traction unilatérale des filaments fusoriaux et l'ouverture en dehors des éléments rendus libres peut expliquer la forme en question.

Avant d'abandonner cette comparaison avec les végétaux, remarquons que nos figures, aussi bien que celles des botanistes, tombent sous la critique spéciale adressée par HÆCKER (99, p. 173) aux partisans de la double division longitudinale. Sans nier les apparences d'une seconde division, cet auteur n'y voit que le retour atavique d'un processus qui a déjà disparu dans plusieurs types et qui ne se montre temporairement dans d'autres qu'à

titre de témoin. Contrairement à cette manière ingénieuse, mais toute théorique, d'envisager les apparences, nous croyons avoir montré sur les faits que cette disposition intervient réellement dans la séparation des chromosomes définitifs.

Chromosomes en tétrades. On a fréquemment décrit chez les arthropodes [par ex. vom RATH (92, 95), RUECKERT (94), HÆCKER (95)], et chez les végétaux [OSTERHOUT (97), CALKINS (97), ATKINSON (99)] des groupes quaternaires constitués de quatre masses nucléiniennes groupées en tétrades. Ce sont précisément ces formes que l'on a surtout fait valoir pour appuyer la division réductionnelle.

VOM RATH, qui a le plus insisté dans ce sens à propos des insectes (*Grylotalpa*), admet que la tétrade se constitue par la condensation des 4 segments d'une forme originelle en anneau et se place à la métaphase de manière à avoir deux boules de chaque côté de l'équateur. Par là, l'auteur retombait sur un schéma que nous rapprocherions aujourd'hui de celui de Mc CLUNG.

L'intérêt que nous trouvons personnellement à cette forme, c'est qu'elle n'est point rare chez les phasmes, FIG. 83, a; mais, disons-le tout de suite, ni sa genèse, ni sa mise à la plaque équatoriale ne sont favorables aux vues de vom RATH et par suite à la division réductionnelle.

Nous avons déjà vu comment une tétrade peut n'être qu'une forme limite d'une condensation susceptible de présenter tous les degrés. D'autre part, elle ne se présente jamais que comme une croix dont le bras transversal coïnciderait avec le plan de l'équateur, ce qui exigerait, si elle réalisait l'idée de vom RATH, une rotation de 45°, dont il n'existe aucune trace.

b) *Chromosome spécial.*

Résumé synthétique des observations personnelles. Les données que nous avons pu recueillir sur le chromosome spécial ayant été proposées sans suite au cours de nos descriptions, nous croyons devoir les grouper maintenant dans leur ordre logique.

Nous commençons à distinguer ce chromosome dans les spermatogonies en division. Chez *Orphania*, FIG. 98 à 101, *cs*, il est immédiatement reconnaissable à ses dimensions disproportionnées et aux circonstances de son retour au pôle. Ce sont précisément ses dimensions ainsi que sa forme allongée qui permettent de l'identifier avec le gros et long nucléole des spermatocytes en prophase, FIG. 102 à 107. Cette identification, qui semble ici imposée surtout par des caractères morphologiques, s'appuie, pour les phas-

mes, sur une autre base : l'oscillation entre les caractères d'une anse nucléinienne typique, FIG. 79, *cs*, et ceux d'un nucléole ordinaire simple ou morcelé, FIG. 81, 82, *cs*, avec interposition de nombreux intermédiaires.

Le sort ultérieur chez *Orphanina* est des plus intéressants. Le chromosome passe tout entier dans un des spermatocytes de second ordre et s'y divise comme un chromosome ordinaire, FIG. 116-117; le résultat définitif sera que, dans la lignée d'un même spermatocyte de premier ordre, deux cellules petites-filles seront privilégiées par rapport aux deux autres.

Ce partage inégal existe aussi chez les phasmes, mais il s'obtient par une voie inattendue. Au lieu de garder son autonomie comme chez *Orphanina*, le chromosome spécial, lors de la constitution des groupes quaternes, s'adjoint à un chromosome ordinaire pour former ce que nous avons appelé le quaterne en L. A la première anaphase sexuelle, la branche coudée représentant le complexe formé par une dyade et le *chromosome spécial* passe tout entière à l'un des pôles, FIG. 93, 94. Jusqu'ici, l'analogie se maintient avec *Orphanina*. — Nos observations pour les phasmes ne vont pas au-delà.

Aperçu critique. L'historique du *chromosome accessoire* est très complet dans le traité de cytologie de WILSON jusqu'en 1900. Sont à mentionner depuis les travaux de WALLACE sur une araignée (1900) et surtout celui de MONTGOMERY (1901) sur de nombreuses espèces d'hémiptères. Disons en quelques mots en quoi nos résultats coïncident avec ceux des auteurs qui se sont occupés de cet organite ou s'en éloignent.

Le premier orthoptère chez lequel on ait signalé le chromosome spécial (*) est un locustien du genre *Xiphidium*; Mc CLUNG, à qui est due cette découverte, a trouvé qu'il se divise aux deux cinèses sexuelles et fournit un quart de sa substance à chaque spermatide; l'auteur lui attribue un rôle important dans la formation de la tête du spermatozoïde.

Un autre locustien du genre *Orphanina* nous a montré un partage inégal et ce point de l'histoire du chromosome spécial rappelle ce qui a été décrit dans des travaux sur les hémiptères par HENKING (90), puis successivement par PAULMIER (99) et MONTGOMERY (1901).

(*) Il a reçu successivement les noms de « accessory chromosome » (Mc CLUNG), « small chromosome » (PAULMIER), « chromatin nucleolus » (?), « chromosome x » (MONTGOMERY). Nous avons préféré éviter ces appellations, qui semblent toutes supposer une signification qui n'a jamais été définie ou s'appuyer sur des caractères plus ou moins secondaires, pour adopter un nom indifférent, celui de « chromosome spécial », nous conformant à l'idée de WILSON, pour qui c'est un « extra-chromosome ».

A propos de ce dernier travail, quelques remarques nous paraissent nécessaires. L'auteur décrit dans *Protenor belfragei* un chromosome particulier, qui se divise dans les spermatocytes de premier ordre, mais pas dans ceux de second ordre, qui se comporte par conséquent comme le chromosome spécial chez *Anasa*. Pour nous, ce chromosome s'identifierait avec le nucléole transformé; pour MONTGOMERY, ce sont les « chromatin nucleoli », qui dérivent des nucléoles; il est donc amené à considérer ce chromosome particulier comme quelque chose de distinct et l'appelle *chromosome x*.

Par ailleurs, tous les traits de l'histoire des « chromatin nucleoli » tendent à les faire confondre dans d'autres espèces avec notre chromosome spécial; aussi ne pouvons-nous admettre l'existence de deux espèces de chromosomes particuliers.

Du reste, MONTGOMERY s'est rendu compte de la difficulté et a cherché à la résoudre par des considérations théoriques que nous devons brièvement rappeler. Pour lui, le chromosome spécial jouerait un rôle dans la variation du nombre des chromosomes dans les espèces, grâce à l'inégalité qu'il introduit dans les cellules-sœurs; les « chromatin nucleoli » ne seraient que d'anciens chromosomes ordinaires ayant passé par le stade de *chromosome x*.

Nous nous laisserions entraîner, en suivant l'auteur sur ce terrain, à des discussions dépourvues de tout caractère positif, qui n'entrent pas dans notre cadre. Nous ne pouvons cependant nous empêcher, pour dire toute notre pensée, de rappeler que le nombre de chromosomes reçu par l'œuf ou le spermatozoïde importe assez peu, vu que la cellule possède dans son type spécifique la faculté de le rétablir ou de le maintenir; c'est au moins ce qui ressort jusqu'à présent des expériences de DELAGE (99) sur la mérogonie.

A l'étude du chromosome spécial se rattacherait naturellement celle des corpuscules chromatophiles, dont nous avons signalé la présence soit à l'intérieur de cet organe soit dans le cytoplasme.

S'il s'agit des sphérules intérieures au chromosome, elles doivent sans aucun doute être identifiées avec les « endochromatic granules » de EISEN (1900), que JANSSENS considère comme le résultat d'une déshydratation imparfaite (*). Les extérieures reproduisent si exactement les précédentes dans tous leurs détails, que l'on est naturellement amené à y voir des sphérules nucléolaires émigrées. Le fait en lui-même ne serait qu'un exemple de plus du morcellement du nucléole en fragments, qui se dispersent soit dans

(*) M. le Professeur HENNEGUY a émis devant nous la même opinion.

le noyau soit dans le corps cellulaire. La question importante serait de pouvoir préciser leur sort ultérieur. Leur nombre variable de 1 à 2, jamais supérieur, et l'origine sûrement nucléolaire du centrosome dans d'autres cellules inclinent à en faire des corpuscules centraux; mais leur taille relativement considérable et la circonstance plus grave qu'on les voit parfois à une place très quelconque, à la métaphase, sont peu favorables à cette interprétation; il est bien possible qu'elles représentent simplement le corpuscule de BENDA, qui n'aurait probablement lui-même que la valeur d'un fragment nucléolaire émigré.

CONCLUSIONS.

Première partie. — Observations biologiques.

A. Parthénogénèse. — Détermination du sexe.

La parthénogénèse accidentelle est très générale chez les phasmes; nous l'avons constatée pour tous ceux dont l'élevage a pu être mené à bien (résultat confirmatif et extensif de ce qui a été obtenu déjà par plusieurs observateurs); il est probable qu'à l'état de liberté bon nombre d'espèces dont les mâles sont très rares ou introuvables se propagent parthénogénétiquement.

Contrairement à ce qui a lieu chez les abeilles, le spermatozoïde est le déterminant du sexe mâle; sur une espèce où les mâles sont normalement plus nombreux que les femelles, nous avons trouvé que la parthénogénèse est thélytoque, ce qui d'ailleurs avait été annoncé par THURAU pour *Bacillus rossii* (*).

Chez les espèces à mâles très rares (*Bacillus gallicus*), les pontes des femelles séquestrées ne se distinguent pas de celles des femelles libres; mais lorsqu'il s'agit d'une espèce où les mâles sont normalement en nombre égal ou même supérieur à celui des femelles (*Leptynia attenuata*), la non-fécondation nous a paru entraîner deux conséquences secondaires :

1. Une réduction sensible de la ponte globale;
2. Un abaissement du taux des éclosions.

(*) Nous laissons de côté les observations intéressantes à d'autres points de vue qui n'ont pas porté comparativement sur les pontes parthénogénétiques et sur les pontes après fécondation.

B. Mues. — Stades larvaires.

Le nombre des mues est 4 dans le genre européen *Leptynia*, où nous n'avons pas observé de variation.

Dans les espèces asiatiques, nous en avons constaté tantôt un nombre fixe, — peut-être faute d'un nombre suffisant d'expériences — : 7 chez *Clitumnus patellifer*; tantôt un nombre variable : 5 et 4 (*Menexenus obtusispinosus*), 6 et 5 (*Dixippus morosus*).

La réduction du nombre des mues peut s'accompagner de deux circonstances : avance marquée du développement général au stade où se placerait la mue supprimée et prolongation de ce stade.

L'évolution larvaire est dans une dépendance étroite vis-à-vis de la température.

C. Autotomie. — Régénération.

L'autotomie et la régénération s'observent non seulement dans les membres, mais aussi dans les antennes; une lésion ou une amputation faite sur une antenne peut provoquer l'autotomie exuviale des deux à la mue suivante; dans les cas de régénération, la nouvelle antenne est très incomplète.

Dans les pattes en voie de régénération, la forme du moignon, au stade qui précède l'apparition de la forme définitive de l'appendice, varie beaucoup avec les espèces : il est droit ou presque droit dans les espèces européennes, bouclé chez *Menexenus obtusispinosus*, en hélice chez *Clitumnus patellifer*.

D. Sur la livrée générale.

Autant la coloration des imagos se montre variable, autant celle de la jeune larve nous a paru fixe pour une même espèce, bien que différente d'une espèce à l'autre; les jeunes larves de *Leptynia attenuata* issues d'un couple gris-cendré ont à l'éclosion la même livrée que celles issues d'un couple vert.

Les changements qui surviennent dans la suite ne sont pas exclusivement adaptatifs.

Tandis que la coloration est peu ou point influencée par la lumière chez certaines espèces, nous en avons rencontré une, *Dixippus morosus*, qui est photoesthésique à un degré très marqué; les faits qui se rattachent à cette sensibilité sont d'ailleurs de deux ordres :

1. L'obscurité complète ou les radiations de grande longueur d'onde provoquent chez certains individus, non l'albinisme, comme on aurait pu le supposer d'après la couleur ordinaire des animaux cavernicoles, mais un mélanisme prononcé;

2. La couleur brun-clair, très fréquente dans cette espèce, paraît sujette à de véritables oscillations diurnes.

Deuxième partie. — Anatomie.

A. Questions relatives à la structure du tégument.

Chez les phasmes comme chez beaucoup d'orthoptères, l'hypoderme est formé de deux sortes de cellules : cellules hypodermiques proprement dites et œnocytes.

Dans les régions des insertions musculaires, les cellules hypodermiques ne se modifient pas, mais elles s'écartent simplement pour livrer passage aux fibrilles terminales des muscles qui vont prendre attache sur la cuticule.

Cette manière d'être de l'hypoderme par rapport aux terminaisons musculaires n'est pas absolument générale; on trouve chez les blattes (*Periplaneta australasiae*) des muscles du corps qui s'arrêtent à la cellule hypodermique et dans ce cas celle-ci se modifie dans sa structure, de manière à servir de cordon d'attache pour le muscle.

Aux régions marquées d'avance pour la rupture du tégument dans l'autotomie des appendices, les cellules hypodermiques se modifient de manière à constituer la *membrane hémostatique*.

Sur la cuticule extérieure, nous avons relevé les positions d'écussons ou plaques porifères correspondant probablement à des organes chordotonaux.

La *glande défensive* thoracique existe chez les espèces que nous avons étudiées, mais nous ne pouvons rien dire de son fonctionnement.

B. Questions relatives à l'appareil digestif et à ses annexes.

a) *Jabot et proventricule.*

Conformément à un type très répandu, l'épithélium du jabot porte intérieurement une cuticule épaisse et spinuleuse, propre à faciliter la progression des matières alimentaires et à s'opposer à leur retour, mais impropre à l'absorption. Pourtant, des expériences récemment publiées, tendant

à démontrer que ce tronçon du tube digestif serait apte à absorber les graisses chez la blatte, où il a d'ailleurs la même structure que chez les phasmes, nous avons dû reprendre ces expériences sur la blatte elle-même en les complétant; notre conclusion est que les boules de graisse trouvées dans les cellules épithéliales de cette région sont formées par de la graisse de réserve, point du tout par de la graisse absorbée.

Le proventricule a une symétrie bilatérale chez les phasmes (symétrie par rapport au plan sagittal), au lieu d'avoir comme à l'ordinaire une symétrie rayonnée; l'invagination de l'intestin antérieur dans l'intestin moyen est très accentuée du côté dorsal, où elle donne naissance à une lame pendante à double paroi (*Verschlussklappe* de HEYMONS). De ce même côté, la lèvre extérieure est totalement dépourvue de cœcums, tandis que du côté ventral elle en porte de rudimentaires.

b) *Médiintestin.*

Sur l'intestin moyen et postérieur, il existe un système de très fortes fibres longitudinales, incomplètement décrites par MUELLER, qui ne sont que des digitations de deux fibres robustes, insérées en deux points symétriques au tiers antérieur du pronotum. En tenant compte à la fois de cette circonstance et des caractères histologiques, on peut considérer tout le système comme réductible à deux unités anatomiques primordiales.

Les appendices du médiintestin rappellent par leur structure les tubes de MALPIGHI; les cellules de la région proximale, qui est dilatée en poire, comptent un grand nombre de noyaux; il existe un plateau cilié à l'intérieur, et à l'extérieur une musculature en spirale, qui rend compte des mouvements en serpenteaux, dont ces organes sont le siège en milieu indifférent; les éléments musculaires dont il s'agit ne sont que des rameaux envoyés par les fibres longitudinales dont nous avons parlé; tout porte à croire qu'il en est de même de la musculature des tubes de MALPIGHI.

c) *Tubes de Malpighi.*

Les phasmes possèdent *deux sortes de tubes de Malpighi*, qui se distinguent par leur époque d'apparition, leurs rapports avec le système trachéen et la nature de leurs concrétions.

1. Les *tubes supérieurs* sont seuls développés à la naissance; ils se dirigent d'abord vers le haut pour redescendre bientôt en se bouclant; à diverses hauteurs, ils reçoivent des trachées qui les abordent en se bifur-

quant, chaque branche de bifurcation s'enroulant ensuite en hélice sur l'organe; l'extrémité distale est libre et en doigt de gant; il n'y a pas de calcaire parmi les concrétions.

2. Les *tubes inférieurs* se développent au cours de la vie larvaire par groupes de deux (*Leptynia*) ou plus de deux (genres exotiques), qui naissent de l'aisselle inférieure des tubes de première espèce. Ils descendent directement, accompagnés par une seule trachée en spirale lâche; leur extrémité porte chez l'adulte un groupe de *cellules de Sirodot* (pour nous, cellules malpighiennes modifiées principalement en vue de la fixation) et est enlacée par des attaches trachéolaires et trachéennes, qui la fixent sur un lobe adipeux; ils sont moins développés chez les mâles que chez les femelles et *chez celles-ci seules* (au moins dans certaines espèces) ils sont bourrés de concrétions calcaires. Parmi les autres concrétions, nous trouvons en abondance des urates, dont la présence chez les orthoptères n'a été constatée que pour les gryllides.

C. Appareil circulatoire.

a) *Partie abdominale et partie thoracique du vaisseau dorsal.*

Contrairement à ce qui a été admis jusqu'ici, la disposition des ostioles, des valvules correspondantes et des muscles aliformes, est la même chez les phasmes que chez les autres orthoptères.

Les cellules constitutives de la paroi cardiaque portent intérieurement une membrane hyaline, festonnée, l'*intima* des auteurs, qui montre dans certaines conditions tous les caractères d'un sarcolemme soulevé entre les lignes de KRAUSE successives; par places, ces cellules musculaires envoient au tégument des bras d'attache de structure fibrillaire.

b) *Partie céphalique. — Relations avec le système nerveux sympathique.*

L'organe propulseur se termine en avant du cerveau par une partie élargie, ouverte ventralement (*lame musculaire* de PAVLOVA), qui prend attache sur les côtés de la tête par l'intermédiaire d'un arc musculaire transversal.

Le nerf récurrent s'engage d'abord dans la lumière du vaisseau dorsal, en sort un peu plus loin en perforant la paroi ventrale et continue sa course en dessous jusqu'au niveau où il se renfle en un petit ganglion (*g. aso-phagien*).

Les formations massives paires connues sous le nom de *ganglions pharyngiens antérieurs* ne semblent pas être des ganglions nerveux, différant des centres nerveux ordinaires aussi bien que des centres sympathiques par leurs caractères histologiques et leurs réactions histochimiques, en même temps que par leurs rapports avec les gros cordons nerveux qui les abordent; leur manière d'être vis-à-vis de ces nerfs (*n. pharyngiens*) du vaisseau dorsal et du système trachéen nous amène à les considérer comme constituant *un appareil de soutien et un intermédiaire d'innervation pour l'aorte (appareil aortique)*.

D. Questions relatives à l'appareil respiratoire.

Les trachéoles sont des bras protoplasmiques creux dépendant de grandes cellules à noyau relativement volumineux; *jamaïs nous n'avons rencontré les petits noyaux des capillaires décrits par certains auteurs dans d'autres objets*.

L'étude comparée de la cellule trachéolaire isolée (larves de muscides) et des cellules trachéolaires associées en une membrane mince sans limites cellulaires et avec une distribution souvent très irrégulière des noyaux, *permet d'interpréter comme membranes trachéolaires beaucoup de lames continues ou fenêtrées ordinairement considérées comme conjonctives* (entre autres la membrane péritonéale des gaines ovigères).

E. Formations hémostéatiques.

Le plasma sanguin est d'un beau vert dans toutes les espèces étudiées; il nous a été impossible en l'observant au spectroscope d'obtenir des bandes d'absorption.

Les amibocytes se divisent cinétiquement dans la masse circulante.

Les cellules adipeuses se multiplient de même par cinèse, soit dans les individus normaux, soit dans les individus épuisés par des parasites (larves de *Thrixion*); dans une femelle de *Leptynia hispanica* abondamment parasitée, les figures de division se sont montrées particulièrement nombreuses.

Les cinèses des cellules adipeuses se présentent avec des caractères exceptionnels :

1. Le phénomène se reproduit sans qu'il y ait retour à l'état embryonnaire, le mouvement se localisant dans la région centrale, tandis que la zone périphérique conserve son aspect.

2. A la prophase, les tronçons du boyau nucléinien se montrent creusés suivant leur axe d'une cavité tubulaire.

3. *Le nombre de chromosomes chez Leptynia attenuata dépasse 100, alors qu'il oscille autour de 36 dans les divisions somatiques ordinaires et qu'il tombe à 18 dans les divisions sexuelles.*

F. Appareil génital femelle.

a) *Anatomie macroscopique.*

L'appareil génital femelle des phasmides se distingue de celui des autres orthoptères par plusieurs particularités :

- a) *absence d'une membrane d'enveloppe commune;*
- b) *insertions des gaines très espacées sur la trompe;*
- c) *insertions des ligaments suspenseurs échelonnées sur un cordon iuxta-cardial;*
- d) *attache ventrale de l'extrémité supérieure de la trompe.*

Cette dernière disposition, que nous ne connaissons d'ailleurs que chez les phasmes, n'est pas réalisée chez *Carcharus maximus*; il est dès lors probable qu'elle fait défaut dans d'autres espèces. Chaque ovaire se présente en gros comme une échelle très irrégulière, dont les montants seraient représentés par la trompe et le cordon juxta-cardial, les échelons très obliques, par les gaines.

Au-dessus de l'orifice de sortie des œufs et sensiblement au même niveau, on trouve l'orifice de la poche copulatrice, vaste réservoir couché sur la face dorsale de l'oviducte.

Deux sortes d'appendices débouchent dans la poche copulatrice :

- 1) dorsalement, une spermathèque parfois très réduite (*Leptynia*), simple (*Bacillus*, *Leptynia*, *Dixippus*), ou double (*Menexenus*, *Clitumnus*);
- 2) latéralement, deux cœcums ayant quelquefois la forme de poches pédiculées, qui fonctionnent comme spermathèques de suppléance (*Leptynia*), et le plus souvent celle de tubes glandulaires simples (*Bacillus*) ou ramifiés et convolutés (*Menexenus*, *Dixippus*, *Clitumnus*).

b) *Anatomie microscopique.*

Les gaines sont du type le plus simple; les chambres ovulaires s'y succèdent sans interposition de chambres vitellines.

La chambre terminale est assez réduite.

Les cloisons qui séparent deux chambres ovulaires successives sont formées de cellules folliculaires allongées qui, par leur pied, demeurent toujours en relation avec la membrane basale de la gaine.

Les cellules folliculaires se multiplient très rapidement par cinèse, durant la période de plus grand accroissement de l'œuf; les chromosomes sont en bâtonnet; leur nombre oscille autour de 36; une période de division directe succède à la précédente, un peu avant la dégénérescence de ces éléments, quand l'œuf est près de tomber dans le calycul.

Nous ne saurions admettre avec SHARP que l'œuf des phasmes soit une association complexe représentant le contenu d'au moins deux et souvent de trois chambres ovulaires; toutes les chambres sont identiques entre elles à toutes les époques et leur contenu ne saurait avoir un sort différent.

Chez deux espèces qui collent leurs œufs, le mucus adhésif existe déjà autour de l'œuf dans la gaine et ne s'observe que sur la surface destinée à être appliquée. *Son origine, sûrement folliculaire, ne peut être due qu'à une modification spéciale et localisée des cellules épithéliales.*

La structure de la spermathèque rappelle de très près ce que l'on a décrit chez les autres orthoptères; les piquants chitineux font quelquefois défaut; il existe parmi les cellules épithéliales des glandes unicellulaires à grandes vésicules collectrices.

La structure comme le rôle des cœcums latéraux oscillent entre ceux d'une glande proprement dite et ceux d'un simple réservoir spermatique; dans le cas où prédomine le type glandulaire, les éléments sécréteurs sont creusés d'un grand nombre de canaux filiformes sensiblement parallèles.

G. Appareil génital mâle.

a) *Anatomie macroscopique.*

Dans chaque moitié du corps, le testicule longe le vaisseau dorsal sous la forme d'une glande massive, occupant la longueur de quatre segments abdominaux, du III^{me} au VI^{me} inclusivement.

Il existe sur le côté ventral de la glande un tube épithélial, qui en parcourt toute la longueur, en continuité en bas avec le canal déférent, en haut avec un prolongement tubuleux; celui-ci, comme la partie supérieure de la trompe dans l'organe femelle, va prendre attache dans la région ventrale. Le tube n'est pas détaché de la glande, mais adossé à l'ensemble très massif des colonies, lesquelles sont formées de cellules sexuelles d'autant plus jeunes qu'elles siègent plus près du bord dorsal.

Chaque canal déférent porte, à la hauteur du neuvième segment, une vésicule séminale tubuleuse.

Dans une situation ventrale par rapport aux canaux déférents, il existe un système de glandes annexes formées de cœcums plus ou moins nombreux, confluant pour chaque côté en un tronc unique, par lequel ils débouchent dans le conduit vecteur. Ce dernier se réunit presque immédiatement après à son symétrique pour constituer un très court canal éjaculateur.

b) *Anatomie microscopique.*

Contrairement aux idées émises par SUTTON, nous trouvons que l'*enveloppe générale du testicule et les cloisons intercystiques sont formées par une même sorte de cellules*. La substance interposée aux spermatogonies appartient à des corps cellulaires et ne saurait être considérée comme un produit de sécrétion.

Le canal épithélial destiné à l'évacuation des spermatozoïdes est formé de cellules, qui prennent des caractères différents sur la paroi ventrale et sur la paroi dorsale; sur celle-ci, elles sont peu nombreuses et s'étalent en lames minces *destinées à se rompre comme les cellules d'enveloppe* pour permettre le passage des spermatozoïdes; sur la paroi ventrale, elles sont nombreuses, relativement hautes, plus semblables d'ordinaire à des cellules sécrétrices qu'à de simples cellules épithéliales. La paroi ventrale est doublée extérieurement d'un système de fibres musculaires longitudinales striées, anastomosées, dont les marginales se ramifient en fournissant des branches obliques, qui s'insèrent par des digitations divergentes sur la basale épithéliale. Grâce à ces branches obliques, la musculature dont il s'agit équivaut physiologiquement au double système longitudinal et transversal qui existe sur la trompe.

Le caractère sécrétoire, déjà apparent dans les cellules qui forment la paroi ventrale du canal testiculaire, s'accroît tout en demeurant du même type dans les glandes annexes. Dans les pièces fixées par le FLEMMING, on trouve souvent que la tête de la cellule a été excisée avec effilochage consécutif du protoplasme, effilochage tellement régulier qu'il donnerait l'illusion d'un plateau strié.

Sur la face interne de l'opercule sous-génital, on trouve des glandes monocellulaires, qui se rapprochent beaucoup de celles des annexes génitales femelles.

c) *Homologation du testicule et de l'ovaire. — Comparaison avec les autres types.*

Les deux glandes génitales sont construites sur un plan uniforme : un tube épithélial — trompe ou conduit d'évacuation — morphologiquement ventral est adossé à un massif dorsal de cellules sexuelles ; celui-ci demeure indivis dans le testicule, ce qui entraîne l'ouverture en gouttière du canal adjacent, tandis qu'il se morcelle dans l'ovaire pour donner les gâines, qui débouchent individuellement dans les trompes.

Le tube épithélial est ventral non seulement par sa situation par rapport aux cellules germinales, mais encore par ses relations avec le tégument ; l'extrémité postérieure y aboutit toujours et l'antérieure y est fixée dans toutes les espèces que nous avons étudiées, sauf dans la femelle de *Carcharus*. Par ce dernier type, l'organe génital des phasmes se rapproche de plus près encore que par les autres de celui de *Japyx*.

H. Spermatogénèse.

a) *Cinèses spermatogoniales.*

Les cinèses spermatogoniales dans nos objets permettent de faire la numération exacte des chromosomes et par là d'établir une des données nécessaires pour faire la preuve de la réduction. On en compte 36 chez *Leptynia attenuata*, 31 chez *Orphania denticauda*, 24 chez *Forficula auricularia*. Les chromosomes sont bacilliformes chez les phasmes, massifs et trapus chez les locustiens ; chez les forficules, ils sont très petits, mais bien distincts.

b) *Première cinèse sexuelle.*

Le stade synapsis est caractérisé dans nos préparations par la condensation du filament nucléinien à l'un des pôles de la cellule ; quelques figures semblent correspondre au stade « bouquet » de EISEN ; de plus, jamais il n'y a disparition complète du filament.

La première division longitudinale est on ne peut plus nette chez les phasmes, chez les locustiens et les acridiens ; elle s'annonce par l'apparition d'une double série de granules-frères, qu'un clivage sépare bientôt en deux filaments quelquefois parallèles, quelquefois enroulés l'un sur l'autre.

Le tronçonnement accompagne la première division ; les anses sont difficiles à compter.

Une seconde division longitudinale ne tarde pas à se montrer, évidente surtout chez les *acridiens* (*Stenobothrus*, *Edipoda*), où elle se manifeste non seulement par l'apparition d'une double série de granules, mais par un second clivage effectif. A ce moment, les groupes quaternes apparaissent nettement comme des chromosomes tétrapartis.

Les espèces, chez lesquelles les anses sont plus petites et plus nombreuses, se prêtent mal à l'étude de ce stade; il intervient même à ce moment chez les phasmes des modifications particulières, dont nous n'avons pas pu élucider la signification.

Les groupes quaternes se condensent en se raccourcissant et en augmentant d'épaisseur; le second clivage cesse d'être visible; les formes de ces chromosomes condensés sont celles de *doubles bâtonnets parallèles*, en **X** ou en *croix*, renflés ou non aux extrémités, — la condensation peut aller jusqu'à donner des apparences de *tétrades* —, de *boucles*, d'*anneaux*, de *torsades*.

La membrane du noyau jusqu'alors visible est résorbée; les premiers filaments du fuseau apparaissent; l'insertion des chromosomes sur leur cordon directeur commence; elle peut être :

1) *Terminale*. — Par suite de l'entrée en jeu du mouvement qui ne fera que s'accroître à l'anaphase, les deux dyades constitutives glissent en s'allongeant le long du fuseau, donnant d'abord une forme en **4**, puis successivement un bâtonnet bossu, un bâtonnet droit, enfin deux bâtonnets alignés l'un derrière l'autre.

2) *Subterminale*. — L'insertion est tangentielle; la figure, parallèle au plan de l'équateur, a la forme d'un V à branches inégales, ouvert en dehors. Le mouvement ascensionnel commence par le coude et sépare les deux dyades sous la forme de deux V opposés, dont les longues branches sont souvent soudées, d'où la forme de double crochet [.

3) *Médiane*. — Tout se passe comme dans le cas précédent, mais les figures sont symétriques et l'on arrive à deux V opposés ∇ .

A un stade plus avancé de l'anaphase, la seconde division longitudinale reparait, et l'on a, dans le cas de l'insertion terminale, deux dyades divisées en bâtonnets droits; dans les autres, des doubles V superposés à branches inégales ou égales, souvent encore soudées sur une partie de leur étendue.

Ces processus sont de tout point comparables à ceux que Guignard, Grégoire et Strasburger ont décrits chez les liliacées.

L'évolution des divers groupes quaternes se suit au mieux chez les locustiens et chez les acridiens; les acridiens surtout sont favorables pour les mouvements de l'anaphase. Dans les autres groupes, on trouve des formes définitives identiques à celles qui se laissent analyser dans ces familles et tout porte à croire qu'une même interprétation leur est applicable.

Un quaterne très caractéristique chez les acridiens est un anneau parallèle à l'équateur, *constitué de deux dyades-sœurs arquées en sens inverse*. Nous avons démontré que l'anaphase sépare les deux dyades et que par suite cette forme n'est qu'une *variété du type à insertion terminale*. Ce résultat est en opposition avec les vues de Mc CLUNG qui, ayant rencontré des images semblables, les a considérées comme dérivant de bâtonnets insérés par le milieu et recourbés jusqu'à juxtaposition des extrémités. L'auteur suppose en outre que le retour au pôle se fait de manière à amener une division réductionnelle.

La division réductionnelle, d'après les schémas de vom RATH, repose sur l'existence de chromosomes en tétrades. Les tétrades ne sont pas rares chez les phasmes; mais d'une part, *il a été montré qu'elles ne sont pas formées de masses indépendantes*, et d'autre part, leur mise au fuseau est telle, que leur ascension, pour être conforme à la théorie, exigerait une rotation de 45° dont on n'a aucun vestige.

Nous avons constaté la *réduction numérique* (chromosome spécial mis à part) dans toutes les espèces chez lesquelles nous avons pu compter les chromosomes à la fois dans les spermatogonies et dans les spermatocytes : *Orphanina denticauda*, *Leptynia attenuata*, *Forficula auricularia*.

c) *Deuxième cinèse sexuelle.*

Elle suit la première sans stade de repos intermédiaire, et sépare les chromosomes simples qui s'étaient déjà montrés individualisés par une division longitudinale, dans la cinèse précédente.

Il n'y a donc pas dans nos objets de division réductionnelle au sens de WEISMANN.

d) *Chromosome spécial.*

Le « chromosome accessoire », découvert par Mc CLUNG chez *Xiphidium fasciatum*, se retrouve chez les locustiens que nous avons étudiés. Chez *Orphanina*, il se divise dans les spermatogonies en deux masses volumineuses et allongées que l'on reconnaît dans les nucléoles, également

volumineux et allongés, des spermatocytes de premier ordre en prophase. A la métaphase de la première cinèse, on le trouve situé excentriquement et plus près de l'un des pôles; *il va tout entier à l'une des cellules-filles*. Dans celle-ci, il se divise comme un chromosome ordinaire, d'où il suit que *sur quatre spermatides formant la descendance d'un spermatocyte, deux se trouvent privilégiées*. Par ce partage inégal, non réalisé dans *Xiphidium fasciatum*, d'après MC CLUNG, le chromosome spécial d'*Orphania* rappelle celui des hémiptères.

Chez les phasmes, le chromosome spécial prend un ensemble de caractères intermédiaires à ceux d'un nucléole vrai et d'une anse nucléinienne typique. Son passage intégral dans un des spermatocytes de second ordre se réalise chez *Leptynia attenuata* par une tout autre voie que chez *Orphania*. Comme dans cette espèce, il reste indivis dans les spermatocytes de premier ordre, mais au lieu d'être autonome, *il demeure fixé sur une des dyades constitutive d'un quaterne ordinaire et forme la petite branche d'un chromosome, toujours présent dans ces cellules, que nous avons appelé le chromosome en L*. A l'anaphase, la dyade, à laquelle il est fixé, l'entraîne au pôle.

Le passage de cette forme à celle d'*Orphania* peut se faire par un autre phasme, *Menexenus obtusispinosus*, chez lequel le chromosome spécial, ordinairement libre, se rattache quelquefois à un quaterne par une traînée nucléinienne.

NOTES ADDITIONNELLES.

I. A la liste des publications sur la parthénogénèse que nous avons donnée d'après DOMINIQUE, il faut ajouter, en plus de la communication déjà citée de THURAU, une notice de STADELMANN, parue en 1898 dans les - *Sitzungsberichte* - de l'Académie de Berlin : - *Ueber ein Fall von Parthenogenese bei Bacillus Rossius* - (sic). L'auteur pose nettement le problème et fait ressortir la nécessité d'observer comparativement le résultat de pontes parthénogénétiques et de pontes après fécondation.

II. Pendant l'impression de ce mémoire, nous avons pu prendre connaissance de la récente dissertation inaugurale de OYEN : - *Der chordotonale Sinnesapparat der Bacillus Rossi* -; Leipzig, 1901. Il y est question d'un organe chordotonal situé à la base du tibia, - subgenual -, lequel est composé d'un ensemble de scolopophores en relation avec un cordon nerveux,

« le nerf acoustique ». Il correspond à une région surélevée, vaguement délimitée, de la cuticule, où l'on ne distingue aucun accident de structure particulier. Si les écussons porifères, que nous avons décrits sur le trochanter et sur le fémur, correspondent à des terminaisons scolopales, comme nous l'avons insinué, les pattes des phasmes porteraient deux sortes d'organes chordotonaux.

III. Dans l'examen des annexes génitales femelles, nous avons souvent été frappé par l'existence d'une sorte de récessus très surbaissé, situé un peu en arrière du débouché de la poche copulatrice et bien distinct par suite de la spermathèque. Dans l'impossibilité où nous étions, avec le matériel à notre disposition, de décider s'il y avait là autre chose qu'un pli accidentel, nous nous étions abstenu d'en parler. La dissection de la grande espèce, « *Carcharus maximus* », nous a enlevé tout doute au sujet de l'existence à cet endroit d'une véritable poche à orifice externe; ses parois sont plissées et glandulaires; l'orifice se trouve entre les valvules inférieures de l'oviscape.

IV. Dans un tout récent mémoire sur la spermatogénèse d'un insecte coléoptère, *Oryctes nasicornis*, PROWAZEK (1901) conclut à l'existence d'une division réductionnelle. Les figures qu'il donne sont très semblables à celles que l'on rencontre chez les orthoptères; mais cette uniformité d'aspect étant un des traits caractéristiques des groupes quaternes, ne saurait par elle-même entraîner la conviction dans un sens déterminé. L'auteur remarque, dans son objet, un *chromosome* α qu'il rapproche avec raison de celui décrit par HENKING chez *Pyrrhocoris*, qui demeure indivis à la deuxième cinèse spermatocytyque. C'est là un document de plus pour l'histoire du *chromosome spécial*.

V. Au cours de la discussion par laquelle nous terminons notre chapitre VIII, nous avons été amené à citer les expériences de DELAGE sur la mérogonie. Les remarques critiques de BOVERI sur ces expériences (*Anat. Anz.*, 1901, p. 157), sans ébranler notre conviction au sujet du type spécifique, ne nous permettent pas de prendre parti pour ou contre l'opinion que nous avons rappelée.

LISTE DES OUVRAGES CITÉS.

Les ouvrages qui ne nous ont pas été accessibles sont marqués d'un astérisque.

- Atkinson*, 99 : Studies on Reduction in Plants; Bot. Gaz.
- Balbani*, 76 : Sur les phénomènes de la division du noyau cellulaire; C. R. Ac. Sc., t. LXXXIII, p. 831.
- Blatter*, 97 : Étude sur la structure histologique des glandes annexes de l'appareil mâle de l'hydrophile; Arch. Anat. micr., t. I, p. 384.
- Bolsius*, 89 : Recherches sur la structure des organes segmentaires des hirudinées; La Cellule, t. V.
- Bordage*, 98 : Phénomènes d'autotomie observés chez les nymphes de *Monandropoda inuncans* SERV. et de *Rhaphiderus scabrosus* SERV.; C. R. Ac. Sc., t. CXXIV, p. 210; — Ibidem, p. 378; — Sur la régénération tétramérique du tarse des *Phasmida*; Ibidem, p. 1536.
- Bordas*, 96 : Considérations générales sur l'appareil digestif des *Phasmida*; Bull. Mus. Paris.
- » 98 : L'appareil digestif des orthoptères; Ann. Sc. nat., t. V.
- » 1900 : Contribution à l'étude du système nerveux sympathique sus-intestinal ou stomatogastrique des orthoptères; Bull. sc. du N. de la Fr. et de la Belgique.
- * *Boveri*, 87 : Zellenstudien, I; Jena. Zeitschr., B. XXI.
- Brandt*, J., 35 : Bemerkungen über die Mundmagennerven oder Eingeweidenerven der Evertebraten; Mém. Ac. St-Petersbourg, t. 1.
- Brandt*, A., 78 : Ueber das Ei und seine Bildungsstätte; Leipzig.
- Brauer*, 93 : Zur Kenntniss der Spermatogenese von *Ascaris megaloccephala*; Arch. mikr. Anat., B. XLII.
- Brongniart et Becquerel*, 94 : La matière verte chez les Phyllies; C. R. Ac. Sc., t. CXVIII.
- Brunner von Wattenwyl*, 76 : Die morphologische Bedeutung der Segmente speciell des Hinterleibes bei den Orthopteren; Festschrift d. K. K. zool.-bot. Ges. Wien.
- Burmeister*, 32 : Handbuch der Entomologie.
- * *Calkins*, 97 : Chromatin-reduction and Tetrad-formation in Pteridophytes; Bot. Gaz.

- Carnoy*, 84 : La biologie cellulaire; Lierre.
- » 85 : La cytodièrese chez les arthropodes; *La Cellule*, t. I.
- Carnoy et Lebrun*, 99 : La cytodièrese de l'œuf. — La vésicule germinative et les globules polaires chez les batraciens; *La Cellule*, t. XVI.
- Cuénot*, 95 : Études physiologiques sur les orthoptères; *Arch. de Biologie*, t. XIV.
- » 99 : Sur la détermination du sexe chez les animaux; *Bull. sc. France Belgique*, t. XXXII.
- Delage*, 99 : Sur la fécondation mérogonique et ses résultats; *C. R. Ac. Sc.*, t. 129, p. 645.
- Dixon*, 1901 : On the first Mitosis of the Spore-mother-cells of *Lilium*; Notes fr. the botanical School of Trinity College, Dublin.
- Dominique*, 99 : Parthénogénèse et thélytokie chez les plasmides; *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, t. IX.
- Fénard*, 96 : Recherches sur les organes complémentaires internes de l'appareil génital des orthoptères; *Bull. sc. France Belg.*
- Fischer*, 53 : *Orthoptera Europæa. Lipsiæ.*
- Flemming*, 88 : Ueber die Chromosomenzahl beim Menschen; *Anat. Anz.*, Bd. XIV.
- Frenzel*, 85 : Einiges über den Mitteldarm der Insekten sowie über Epithelregeneration; *Arch. mikr. Anat.*, B. XXVI.
- Godclmann*, 1901 : Beiträge zur Kenntniss von *Bacillus Rossii*; *Arch. f. Entw.-Mech.*, B. XII.
- Graber*, 72 : Ueber den propulsatorischen Apparat der Insekten; *Arch. mikr. Anat.*, B. IX.
- » 74 : Ueber eine Art fibrilloïden Bindegewebes der Insektenhaut und seine locale Bedeutung als Tracheensuspensorium; *Arch. mikr. Anat.*, B. X.
- » 82 : Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten; *Arch. mikr. Anat.*, B. XX.
- * *Grassi*, 88 : I progenitori degli insetti e dei myriapodi; *Atti Ac. Lincei*.
- Grégoire*, 99 : Les cinèses polliniques chez les liliacées; *La Cellule*, t. XVI, 2^d fasc.
- Gross*, 1900 : Untersuchungen über das Ovarium der Hemipteren zugleich ein Beitrag zur Amitosenfrage; *Z. f. w. Zool.*, B. 69.
- * *Guilding*, 23 : Description of the *Phasma cornutum*; *Tr. Linn. Soc. London*, v. XIV.
- Guignard*, 99 : Le développement du pollen et la réduction chromatique dans le *Naïas major*; *Arch. Anat. micr.*, t. II.
- Häcker*, 95 : Die Vorstadien der Eireifung; *Arch. mikr. Anat.*, B. XLV.
- » 98 : Ueber vorbereitende Theilungsvorgänge bei Thieren und Pflanzen; *Verh. deutschen zool. Ges.*
- » 99 : Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre; *Jena.*

- Hecht*, 99 : Notes biologiques et histologiques sur la larve d'un diptère (*Microdon mutabilis*); Arch. Zool. exp.
- Heymons*, 97 : Ueber die Organisation und Entwicklung von *Bacillus rossii* FABR.; S. B. Ak. Berlin.
- » 99 : Ueber bläschenförmige Organe bei den Gespenstheuschrecken. Ein Beitrag zur Kenntniss des Eingeweidenervensystems bei den Insekten; S. B. Ak. Berlin.
- Hofer*, 86 : Untersuchungen über den Bau der Speicheldrüsen und des dazu gehörenden Nervenapparat von *Blatta*; Nova Acta d. K. Leop. Carol. Ak. der Naturforscher, B. LI.
- Holmgren*, 96 : Ueber das respiratorische Epithel der Tracheen von Raupen; Festschrift WILHELM LILLJEBORG, Upsäl.
- Janet*, 99 : Sur les nerfs céphaliques, les corpora allata et le tentorium de la fourmi; Mém. Soc. zool. France.
- Janssens*, 1900 : Rapprochements entre les cinèses polliniques et les cinèses sexuelles dans le testicule des tritons; Anat. Anz., B. XVII.
- » 1901 : La spermatogénèse chez les tritons; La Cellule, t. XIX.
- Joly*, 71 : Contribution à l'histoire naturelle et à l'anatomie de la mouche-feuille des îles Seychelles; Mém. Ac. Toulouse, v. 3.
- Kheil*, 1900 : Biologisches über *Bacillus rossii*; Ent. Zeitschr., nrs 16-17.
- Korschelt*, 86 : Ueber die Entstehung und Bedeutung der verschiedenen Zellenelemente des Insektenovarium; Zeitschr. f. w. Zool., B. XXXIV.
- » 87 : Ueber einige interessante Vorgänge bei der Bildung der Insekteneiern; Zeitschr. f. w. Zool., B. XLV.
- Korschelt und Heider*, 90 : Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere; Jena.
- Köstler*, 83 : Ueber das Eingeweidenervensystem von *Periplaneta orientalis*; Zeitschr. f. w. Zool., B. XXXIX.
- Kowalevsky*, 94 : Études sur le cœur de quelques orthoptères; Arch. Zool. exp., t. II.
- Lang*, 98 : Traité d'anatomie comparée et de zoologie; trad. CURTEL.
- La Valette St George (von)*, 87 : Zelltheilung und Samenbildung bei *Forficula auricularia*; Festschrift KÖLLIKER.
- Lécaillon*, 99 : Sur les prolongements ciliformes de certaines cellules du cousin adulte; Bull. Soc. ent. France.
- Léger et Duboscq*, 99a : Sur les tubes de MALPIGHI des grillons; C. R. Soc. Biol.
- » 99b : Notes biologiques sur les grillons. II. Cristalloïdes intranucléaires; Arch. Zool. exp., 3e série, t. VII.
- » 1900 : IV. Sécrétions intestinales; Arch. Z. exp., 3e sér., t. VIII.
- Léger et Hagenmüller*, 99 : Sur la structure des tubes de MALPIGHI de quelques coléoptères ténébrionides; Bull. Soc. ent. France.
- Leydig*, 55 : Zum feineren Bau der Arthropoden; MUELLER'S Arch.

- Lowne*, 90-95 : The blow-fly; London.
- Mc Clung*, 99 : A peculiar nucléar Element in the male reproductive Cells of Insekt; Zoöl. Bull., v. II.
- » 1900 : The Spermatocyte Divisions of the *Acrididæ*; Kansas Quart.
- Miall and Denny*, 86 : The Structure and Life-history of the Cockroach; London.
- Montgomery*, 98 : The Spermatogenesis in *Pentatoma* up to the Formation of the Spermatid; Zool. Jahrb., Anat., XII.
- » 99 : Chromatin Reduction in the Hemiptera : a Correction; Zool. Anz., XXII.
- » 1900 : The Spermatogenesis of *Peripatus (Peripatopsis) balfouri* up to the Formation of the Spermatid; Zool. Jahrb., Anat., XIV.
- » 1901 : A Study of the Chromosomes of the Germ Cells of Metazoa; Tr. Amer. phil. Soc., v. XX.
- * *Moore*, 95 : On the structural Changes in the reproductive Cells during the Spermatogenesis of Elasmobranchs; Quart. Journ. micr. Sc., v. 38.
- Müller*, 25 : Ueber die Entwicklung der Eier im Eierstock bei den Gespenstheuschrecken und eine neu entdeckte Verbindung des Rückengefäßes mit den Eierstöcken bei den Insekten; Acta Ac. Leop., B. XII.
- » 28 : Ueber ein eigenthümliches dem Nerv. sympath. analoges Nervensystem der Eingeweide bei den Insekten; Nova acta P. M. Nat. Cur., B. XIV.
- Murray*, 56 : Notice of the Leaf-insect (*Phyllium Scythe*); from the Edinburgh new philosophical Journ.
- Newton*, 79 : On the Brain of the Cockroach (*Blatta orientalis*); Quart. Journ. micr. Sc., t. XIX.
- Osterhout*, 97 : Ueber Entstehung der karyokinetischen Spindel bei *Equisetum*; Jahrb. f. wiss. Bot., XXX.
- Oyen*, 1901 : Der chordotonale Sinnesapparat des *Bacillus Rossi*; Leipzig.
- Packard*, 98 : Text-book of Entomology; New-York.
- Pantel*, 98 : Le *Thrixion Halidayanum* ROND. Essai monographique sur les caractères extérieurs, la biologie et l'anatomie d'une larve parasite du groupe des tachinaires; La Cellule, t. XV.
- Paulmier*, 99_a : Chromatin Reduction in the Hemiptera; Anat. Anz., v. XIV.
- » 99_b : The Spermatogenesis of *Anasa tristis*; Journ. Morph., v. XV.
- Pavlova*, 95_a : Zum Bau des Eingeweidenervensystem der Insekten; Zool. Anz., XVIII.
- » 95_b : Ueber ampullenartige Blutcirculationsorgane im Kopfe verschiedener Orthopteren; Zool. Anz., XVIII.
- » 95_c : Sur la structure de l'appareil circulatoire et du système nerveux sympathique des insectes et en particulier des orthoptères; (en russe) Trav. du lab. de zool. de l'univ. de Varsovie.

- Petrunkewitsch*, 99 : Die Verdauungsorgane von *Periplaneta orientalis* und *Blatta germanica*; Zool. Jahrb., Anat., B. XIII.
- Pettit et Girard*, 1901 : Processus sécrétoires dans les cellules de revêtement des plexus choroïdes des ventricules latéraux, consécutifs à l'administration de muscarine et d'éther; C. R. Soc. Biol.
- Piel de Churchville*, 1900 : Sur le *Bacillus gallicus* CHARP.; Misc. entom., v. VII.
- Pierantoni*, 1900 : Contribuzione allo studio del sistema nervoso stomatogastrico degli ortotteri saltatori; Atti Ac. Napoli.
- Prowazek*, 1900 : Bau und Entwicklung der Collembolen; Wien.
- » 1901 : Spermatologische Studien. II. Spermatogenese vom Nashornkäfer (*Oryctes nasicornis* L.); Arb. a. d. zool. Inst., Wien, B. XIII.
- Ramón y Cajal*, 97 : Elementos de histologia normal; Madrid.
- vom Rath*, 92 : Zur Kenntniss der Spermatogenese von *Grylotalpa vulg.*; Arch. mikr. Anat., B. XL.
- » 59a : Neue Beiträge zur Frage der Chromatinreduction in der Samen und Eireife; Arch. mikr. Anat., B. XLVI.
- » 95b : Ueber die Hautsinnesorgane der Insekten; Zeitschr. f. wiss. Zool., B. XLVI.
- Rathke*, 44 : Zur Entwicklungsgeschichte der Maulwurfsgrille; MUELLER'S Archiv.
- Rückert*, 94 : Zur Eireifung bei Copepoden; An. Hefte.
- Schindler*, 78 : Beiträge zur Kenntniss der malpighischen Gefässe der Insekten; Zeitschr. f. w. Zool., B. XXX.
- Schneider*, 90 : Ueber den Darmkanal der Arthropoden; Zool. Beitr., B. II.
- Scudder*, 75 : Odoriferous Glands in *Phasmidæ*; Psyche, v. I.
- Sharp*, 98 : Account of the *Phasmidæ*, with Notes on the Eggs; Cambridge.
- de Siebold et Stannius*, 49 : Anatomie comparée; trad. SPRING et LACORDAIRE, Paris.
- de Sinéty*, 99 : Remarques sur le système nerveux viscéral, le vaisseau dorsal et les organes génitaux des phasmides; Bull. Soc. ent. France.
- » 1900a : Sur la parthénogénèse des phasmes; Ibidem, p. 194.
- » 1900b : La mue chez les phasmes du genre *Leptynia*; Ibidem, p. 228.
- » 1900c : Les tubes de MALPIGHI chez les phasmes; Ibidem, p. 333.
- » 1900d : Homologation du testicule chez les phasmes; Ibidem, p. 350.
- Sirodot*, 58 : Recherches sur les sécrétions chez les insectes; Ann. Sc. nat., Zool., t. X.
- Stadelmann*, 98 : Ueber ein Fall von Parthenogenese bei *Bacillus rossii*; S. B. d. Ges. nat. Fr. Berlin.
- Strasburger*, 1900 : Ueber Reduktionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich; Histologische Beiträge, VI, Jena.

- * *Suckow*, 18 : Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Insekten und Krustenthiere.
- Sutton*, 1900 : The spermatogonial Divisions in *Brachystola magna*; Kansas Quart.
- Tichomirow*, 98 : Zur Anatomie des Insektenhodens; Zool. Anz., B. XXI.
- Thurau*, 98 : In Berlin. ent. Zeitschr.
- Viallanes*, 83 : Recherches sur l'histologie des insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux; Ann. Sc. nat.
- Vignon*, 1900_a : Différenciations cytoplasmiques. Cils vibratiles et cuticule; Arch. Zool. exp.
- » 1900_b : Les cils vibratiles; Causeries scientifiques de la Soc. zoologique de France.
- » 1900_c : Critique de la théorie vésiculaire de la sécrétion; Arch. Zool. exp.
- Vosseler*, 90 : Die Stinkdrüsen der Forficuliden; Arch. mikr. Anat., B. XXXVI.
- » 91 : Untersuchungen über glatte und unvollkommene quergestreifte Muskeln der Arthropoden; Tübingen.
- Wallace*, 1900 : The accessory chromosome in the spider; Anat. Anz., XVIII.
- Wielowiejski*, 86 : Ueber das Blutgewebe der Insekten; Zeitschr. f. w. Zool., B. XLIII.
- Wilcox*, 95 : Spermatogenesis of *Caloptenus femur rubrum* and *Cicada tibicen*; Bull. Mus. Harvard, v. XXVII.
- » 96 : Further Studies on the Spermatogenesis of *Caloptenus femur rubrum*; Bull. Mus. Harvard, v. XXVIII.
- Wilson*, 1900 : The Cell in Development and Inheritance; New-York.
- Wiren*, 96 : Ueber die Selbstverstümmelung bei *Carcinus manas*; Festschrift WILHELM LILLJEBORG, Upsäl.
- Wistinghausen*, 90 : Ueber die Tracheenendigungen in den Sericterien der Raupen; Zeitschr. f. w. Zool., B. XLIX.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Tégument. — Appareil digestif. — Appareil circulatoire.

FIG. 1. *Leptynia attenuata* mâle, stade I. Coupe transversale de l'abdomen. Gr. : 50 (*).

h, hypoderme; on y distingue deux sortes de cellules : cellules hypodermiques, *ch*, et œnocytes, *œ*; *mr*, muscles respiratoires; *vd*, vaisseau dorsal; *sp*, septum péricardial; *cp*, cellules péricardiales; *t*, testicule; *ca*, corps adipeux, avec granulations d'urates; *c'a'*, cordon de cellules adipeuses isolé par les muscles respiratoires; *ei*, épithélium intestinal (intestin moyen) à plateau cilié, doublé extérieurement par la musculature; *cv*, chaîne ventrale.

FIG. 2. Idem, stade II. Coupe de l'hypoderme. FLEMMING; mélange fuchsi-indigopicrique. Gr. : apochr. 2 mm., $1,30 \times 4$ (500).

c, cuticule; *ch*, cellule hypodermique; *œ*, œnocyte à protoplasme granuleux, logé entre les cellules hypodermiques.

FIG. 3. Idem. Coupe de l'hypoderme passant par une insertion musculaire. Même traitement, même grossissement.

c, cuticule; *ch*, cellules hypodermiques; à gauche, les chefs d'insertion ou faisceaux fibrillaires terminaux des muscles, *ff*, s'insinuent entre les cellules; à droite, toute la couche est déprise de la cuticule.

FIG. 4. *Periplaneta australasiae*, larve. Coupe de l'hypoderme passant par une insertion musculaire. Sublimé neutre; hématoxyline, congo. Gr. : apochr. 3 mm. $0,95 \times 4$ (330).

c, cuticule; *ch*, cellules hypodermiques d'aspect fibrillaire, interposées aux fibres musculaires et à la cuticule, sur laquelle elles s'insèrent suivant une ligne denticulée; elles sont rétractées par l'effet des réactifs.

FIG. 5. *Leptynia attenuata*. Articulation coxo-fémorale, faiblement grossie.

A, face antérieure; *B*, face postérieure; *ep*, écussons porifères.

(*) Nous ne donnons les renseignements sur la technique employée et le système optique adopté que pour des préparations où des détails cytologiques se rencontrent. Partout ailleurs, nous donnons simplement le grossissement.

FIG. 6. Idem. Coupe axiale de la même région. Faible grossissement.

t, trachée principale; *mh*, membrane hémostatique; *ss'*, surface de séparation correspondant à l'articulation trochantéro-fémorale et suivant laquelle se fait la rupture, dans l'autotomie.

FIG. 7. Idem. La membrane hémostatique d'après une coupe moins profonde. Gr. : 265.

La membrane, d'aspect fibrillaire, formée d'éléments allongés, insinués les uns entre les autres, est tendue sans discontinuité d'une cuticule à l'autre.

FIG. 8. *Leptynia attenuata*. Coupe axiale de la glande thoracique. Gr. : 145.

t, tégument; *cg*, couche glandulaire; *cm*, couche musculaire; *o*, orifice excréteur.

FIG. 9. *Bacillus gallicus* adulte. Fragment étalé de l'armature spinuleuse du jabot. Gr. : 420.

FIG. 10. Idem. Cellules épithéliales de la même région. Gross. : apochr. 3 mm. $0,95 \times 4$. (330).

Ces cellules sont entièrement dépourvues de réserves grassieuses.

FIG. 11. *Periplaneta australasiæ*. Individu soumis, après un jeûne prolongé, à un régime d'où la graisse était exclue. Cellules épithéliales du jabot, étalées et fixées au FLEMMING. Gr. : apochr. 3 mm. $0,95 \times 4$ (330).

Cellules bourrées de globules de graisse noircis par l'acide osmique.

FIG. 12 et 13. Figures schématiques destinées à montrer la disposition du filtre œsophagien comparativement chez la généralité des insectes (12) et chez les phasmes (13).

A, *A'*, coupes longitudinales; *B*, *B'*, coupes transversales correspondant aux lignes ponctuées; *J*, extrémité inférieure du jabot, s'atténuant pour constituer le filtre œsophagien, lequel descend par invagination dans le médiintestin; *ba*, bourrelet annulaire déterminé par l'invagination; d'ordinaire, il donne insertion à des appendices, les cœcums gastriques; *fæ*, filtre œsophagien, invagination annulaire symétrique de la paroi intestinale; *bd*, bourrelet dissymétrique ventral chez les phasmes; il porte cinq diverticules représentant les cœcums gastriques; *id*, invagination dissymétrique dorsale constituant un filtre incomplet; *fm*, paroi du médiintestin; *pe*, paroi externe du filtre; *pi*, paroi interne du filtre; *rc*, récessus cœlomique.

FIG. 14. L'invagination dissymétrique étalée, faiblement grossie.

t, trachées dans le récessus cœlomique; *p*, proéminences chargées d'accidents chitineux.

FIG. 15 et 16. Cellules épithéliales du médiintestin isolées dans une dissection, l'une vue de profil (16), l'autre de face (15). Gr. : 420.

Les éléments du plateau strié ou bordure en brosse sont libres.

FIG. 17. *Leptynia attenuata*. Coupe axiale par l'insertion d'un appendice de l'intestin moyen. Gr. : 145.

dp, dilatation piriforme de l'appendice; *p*, paroi intestinale.

FIG. 18. *Menexenus obtusispinosus*. Tube de MALPIGHI en vue superficielle, montrant un carrelage de cellules binucléées. Gr. : 420.

FIG. 19. *Leptynia attenuata*. Épithélium du médiintestin. Gr. : 420.

Dans le noyau, à côté du nucléole *n'*, on voit une inclusion, *i*, qui retient fortement les colorants acides.

FIG. 20. *Dixippus morosus*, larve. Insertion d'un des appendices piriformes vue de face; l'intestin a été ouvert, étalé sur le porte-objet et débarrassé des cellules épithéliales.

cl, cordon musculaire longitudinal; *fl*, fibrille longitudinale musculaire; *m*, branche musculaire envoyée par un des cordons à l'appendice; *p*, poire basale de l'appendice.

FIG. 20^{bis}. Idem. Deux cellules plurinucléées de la partie proximale de l'appendice. Gr. : 420.

FIG. 21. *Leptynia attenuata* adulte. Coupe axiale passant par l'insertion d'un système de tubes de MALPIGHI, supérieur et inférieur. Gr. : 265.

ts, tube supérieur; *ti*, tube inférieur; les deux débouchent par un orifice unique allongé; *im*, intestin moyen; *ip*, intestin postérieur.

FIG. 22. Concrétions des tubes blancs de *Gryllotalpa*. Gr. : 420.

a, forme typique observée sans intervention d'aucun réactif; *b*, concrétion allongée, irrégulière, corrodée par la potasse faible; dans la partie attaquée, il reste un squelette zoné, qui donne la croix noire entre les nicols, *b'*.

FIG. 23. Tronçon d'un tube de MALPIGHI supérieur, d'après *Menexenus*, montrant l'allure d'une des trachées, *t*, et l'enroulement de ses deux branches de bifurcation dans le même sens que les fibres musculaires. Gr. : 100.

FIG. 24. Terminaison d'un tube de MALPIGHI inférieur chez *Bacillus gallicus*. Gr. : 420.

t, trachée isolée par dissection d'un lobe adipeux; *em*, extrémité massive du tube de MALPIGHI, dont la cavité de clivage se montre un peu plus loin; *tr*, tissu trachéolaire englobant, avec l'extrémité du tube, des cellules à noyau volumineux, vésiculeux (cellules de SIRODOT), *cs*.

FIG. 25. Extrémité en doigt de gant, libre, d'un tube supérieur. Gr. : 420.

FIG. 26. Extrémité d'un tube inférieur en voie de développement. Gr. : 420.

Une calotte mamelonnée annonce le développement des cellules de SIRODOT; les cinèses sont nombreuses.

FIG. 27. *Leptynia attenuata*, mâle, stade II. Portion d'une coupe transversale montrant les rapports du vaisseau dorsal. Gr. : 60.

vd, vaisseau dorsal; on y voit vers le haut deux bras musculaires allant au tégument et en bas la coupe du septum péricardial, *spc*, auquel il est soudé; la coupe passe par un muscle aliforme, mal rendu dans la gravure; *cp*, cellules péricardiales; *ca*, corps adipeux; *t*, testicule.

FIG. 28. Coupe transversale dans une jeune larve de *Leptynia*. Gr. : 420.

Sur les côtés, dans une saillie protoplasmique, les noyaux des deux cellules musculaires soudées suivant la ligne idéale *AB*.

FIG. 29. Portion d'une cellule musculaire de la région abdominale du vaisseau dorsal, envoyant un bras d'attache au tégument. FLEMING; coloration fuchsi-indigo-picrique. Gr. : apochr. 2 mm. $1,30 \times 4$.

m, corps de la cellule; *i*, intima (sarcolemme festonné; il présente le même aspect du côté externe); *bm*, bras musculaire.

FIG. 30. Diagramme d'après *Bacillus gallicus*, montrant en vue ventrale la terminaison du vaisseau dorsal et ses relations avec le système nerveux sympathique.

gfr, ganglion frontal; *nr*, nerf récurrent, s'engageant d'abord dans le lumen du vaisseau dorsal pour en ressortir un peu plus loin avant de se renfler en ganglion (g. œsophagien, *gæ*); *nph*, nerf pharyngien; il pénètre dans la formation connue sous le nom de ganglion antérieur (*appareil aortique*, *aa*); *ca*, ganglion de la deuxième paire (*corpus allatum*); *vd*, vaisseau dorsal; sa paroi ventrale (hachures obliques) s'arrête au niveau *o*; la paroi dorsale, continuant en forme de voûte, va s'attacher, au moyen d'un arc musculaire *am*, à deux points symétriques de la paroi frontale *pf*. Les lignes *AA'*, *BB'*, *CC'*, *DD'*, marquent les niveaux des coupes 33, 34, 35, 36.

FIG. 31. *Leptynia hispanica*. Portion d'une coupe horizontale de la tête passant par les *corpora allata* et l'appareil aortique. Contours à un grossissement de 80; quelques détails un peu plus amplifiés.

vd, vaisseau dorsal; *cp*, cellules péricardiales; *ca*, *corpus allatum*; *l*, lame cellulaire de signification douteuse allant s'attacher sur la capsule névrilemmatique du cerveau; *aa*, appareil aortique; on y voit un noyau en cinèse et, en *tr*, une forte trachée dans la profondeur de la formation; *c*, cerveau.

FIG. 32. Idem. Les relations d'un nerf pharyngien avec l'appareil aortique, d'après une autre série de coupes horizontales. Gr. : 140.

nph, un des nerfs pharyngiens; il aborde la formation aortique *aa*, *après l'avoir longée sur un trajet considérable*; *vd*, lumière du vaisseau dorsal; la flèche indique le sens du courant sanguin; *a*, région fibrillaire de l'appareil aortique.

FIG. 33, 34, 35, 36. *Bacillus gallicus*. Coupes transversales du vaisseau dorsal et de ses appartenances, aux niveaux indiqués sur le diagramme FIG. 30.

Légende commune : *aa*, appareil aortique; *nph*, nerf pharyngien; *nr*, nerf récurrent; *gæ*, ganglion œsophagien; *vd*, lumière du vaisseau dorsal.

Coupe 33 (niveau *AA'*) : le nerf récurrent est intérieur au vaisseau dorsal; les nerfs pharyngiens accostent latéralement l'appareil aortique; en haut se voit la section de la proéminence postérieure des ganglions cérébroïdes.

Coupe 34 (niveau *BB'*) : le nerf récurrent, en voie de perforer la paroi ventrale pour devenir libre, est engagé dans l'épaisseur même du plancher résultant

de la soudure des deux moitiés de l'appareil aortique; les nerfs pharyngiens ont pénétré dans la formation sans perdre leur individualité, comme on le reconnaît à la présence du névrilemme.

Coupe **35** (niveau *CC'*) : le nerf récurrent est libre. Le reste comme au niveau précédent. Dans le bas, la formation contracte avec la musculature œsophagienne des rapports qui ont été négligés.

Coupe **36** (niveau *DD'*) : le ganglion œsophagien *gæ* est intéressé.

FIG. **37**. Coupe horizontale d'un corpus allatum de *Leptynia hispanica*. Sublimé acide de GILSON. Gr. : 420.

La disposition des éléments en forme d'épithélium et la cavité centrale se voient nettement. En divers points, la membrane interne (cuticule?) semble un peu chitinisée.

PLANCHE II.

Appareil respiratoire. — Corps adipeux. — Appareil génital femelle.

Appareil respiratoire.

FIG. **38**. Cellule trachéolaire intestinale empruntée à une larve de tachinaire. Les cellules épithéliales ont été balayées au pinceau après macération ménagée dans le sérum iodé. Préparation colorée à refus à l'hématoxyline. Dessin exécuté avec l'apochr. 3 mm. 0,95 et réduit à un grossissement de 250.

T, terminaison du rameau trachéen; *uct*, noyau de la cellule trachéolaire, dans un delta de protoplasme, au point d'irradiation des trachéoles *t*; *dpr*, delta protoplasmique aux points de bifurcation des principales trachéoles; partout ailleurs, le corps cellulaire est réduit à la paroi des canalicules aérifères.

FIG. **39**. Cellule trachéolaire observée sur le vivant chez une larve de tachinaire jeune. Gr. : 210.

Même légende. En plus, des noyaux matriciels sur le rameau trachéen; la trachéole se bifurque au-delà du noyau et les branches se terminent à courte distance sur l'hypoderme indiqué par la ligne *cc*. Le corps de la cellule est sous la forme d'une lame protoplasmique hyaline, ici très simple de contour, furquée une seule fois.

FIG. **40**. Détail d'une cellule analogue à celle qui est dessinée FIG. **38**. Gr. : 210.

dpr, delta protoplasmique; *t*, trachéole trifurquée.

FIG. **41**. *Leptynia hispanica*. Fragment de la tunique péritonéale des gaines ovi-gères, étalé après fixation au sublimé acide; coloration à refus par l'hématoxyline

pour la recherche des petits noyaux de WISTINGHAUSEN et HOLMGREN. Dessin exécuté avec l'apochr. 3 mm. 0,95 et réduit à un grossissement de 250.

T, trachée avec noyaux matriciels, *nm*; *t*, canaux trachéolaires creusés dans des cellules laminaires, dont les noyaux, *n*₁, *n*₂, *n*₃, sont visibles, mais dont les limites sont indistinctes; *l*, grandes lacunes entre les trachéoles. Il n'y a pas de petits noyaux.

FIG. 42. Fragment de la tunique péritonéale des gaines ovigères de *Orphania denticauda*. Même traitement, même grossissement et même légende que FIG. 41.

Les lacunes sont beaucoup plus réduites par suite du développement en surface des lames protoplasmiques. L'ensemble constitue une membrane fenêtrée.

Corps adipeux.

FIG. 43-46. Cellules adipeuses empruntées au *Leptynia attenuata*. FLEMMING, HEIDENHAIN. Images étudiées avec l'apochr. 2mm1,30 X 12, photographiées avec le même système et réduites d'après le photogramme. Grossissement définitif : 800 pour les trois premières, 1200 pour la dernière.

FIG. 43. Cellule en prophase. Il est remarquable que tout le mouvement cinétique est localisé dans la région centrale. La plus grande partie du corps cellulaire demeure creusée de grandes vacuoles arrondies, occupées par des boules graisseuses. Les tronçons nucléiniens paraissent creusés d'une lumière axiale, si bien que leur coupe transversale se présente comme un anneau.

FIG. 44. Groupe de cellules, dont une en métaphase; la couronne est vue de profil; le fuseau est très surbaissé. A droite et à gauche de la cellule en cinèse, des noyaux quiescents, à nucléine irrégulièrement granuleuse.

FIG. 45. Groupe de deux cellules, dont une en métaphase; la couronne est vue de face; elle est formée d'un très grand nombre (plus de 100) chromosomes trapus, rayonnants à la périphérie, dispersés sans ordre à l'intérieur, mais presque tous bien individualisés, comme le montre la FIG. 46, relative au même noyau. A droite, un noyau quiescent. En haut, une trachée superficielle avec un noyau matriciel allongé.

Appareil génital femelle.

FIG. 47. *Leptynia attenuata*, imago venant de muer. D'après une dissection. Faible grossissement.

Les niveaux marqués M, Sm, II, etc., correspondent respectivement au bord postérieur du mesonotum, du segment médiaire et des autres segments de l'abdomen.

vd, vaisseau dorsal; *cl*, cordon longitudinal juxta-cardial recevant les insertions des cordons supérieurs; *g*₁, première gaine; *tr*, trompe prolongée en avant par un prolongement, *prv*, qui s'insère ventralement; *u*, utérus.

FIG. 48. *Bacillus gallicus*, imago. Partie supérieure de l'un des ovaires avec ses attaches. Faible grossissement. Même légende.

Les insertions sur le cordon juxta-cardial, qui sont massées dans le métanotum chez *Leptynia*, sont échelonnées ici sur une plus grande longueur.

FIG. 49. Un des ovaires de *Leptynia* avec l'attache ventrale de la trompe.

Légende pour les lettres non employées dans les deux figures précédentes :

la, lobe adipeux soutenu par une trachée, *t*, dans lequel se perd le prolongement ventral, *prv*; *gn*, ganglion du segment médiaire envoyant un filet nerveux dans la direction de la trompe.

FIG. 50. Coupe axiale d'une gaine et de son insertion sur la trompe (synthétique) d'après un imago jeune. Gr. : 20 environ.

cs, cordon suspenseur; *ct*, chambre terminale; *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, chambres ovulaires successives; *ca*, calyculé; *tr*, trompe.

FIG. 51. Terminaison inférieure du cordon juxta-cardial chez *Bacillus gallicus*, modérément grossie.

cl, cordon longitudinal; *ai*, son attache inférieure au septum, dans lequel ses fibrilles se perdent parmi les cellules péricardiales; *cs*, cordon suspenseur de la dernière gaine; *vd*, vaisseau dorsal.

FIG. 52. Détail reproduit d'une planche de MUELLER (25, PL. 41, fig. 20), représentant l'attache des ligaments suspenseurs chez *Phasma ferula*.

cc, vaisseau dorsal (notre cordon juxta-cardial); *a*, *b*, ligaments suspenseurs.

FIG. 53. Région supérieure d'une gaine d'après *Leptynia attenuata*. — FLEMMING, CAJAL. Gr. : apochrom. 2 mm. 1,30X4 (500).

En descendant, on rencontre successivement le ligament suspenseur, une région de séparation, la chambre terminale et la première chambre ovulaire incomplètement dessinée.

f, région d'aspect fibrillaire dans le ligament suspenseur; *n*, noyau des cellules constitutives; *nm*, un de ces noyaux en cinèse; grâce au remaniement dû à cet état, le contour de la cellule est visible; *n*₁, noyau de la région de séparation entre le cordon et la chambre terminale; les cellules *y* sont allongées transversalement; *n*₂, noyau de cellule intercalaire ou d'enveloppe; *N*₁, *N*₂, *N*₃, *N*₄, noyau de l'œuf jeune à divers degrés de développement dans la chambre terminale et dans la première chambre ovulaire; — en *N*₁, boyau strié; — en *N*₂, nucléine réduite en fragments, qui se laissent aisément concentrer par les réactifs en une masse centrale.

FIG. 54. Cloison intermédiaire à deux chambres ovulaires, d'après une coupe longitudinale peu profonde. Gr. : 420.

ne, noyau des cellules d'enveloppe; les cellules folliculaires disposées en membrane épithéliale semblent former autour de l'œuf une poche complète.

FIG. 55. Idem, d'après une coupe plus profonde (axiale). Les cellules d'enveloppe sont beaucoup plus hautes et moins larges. Aucune, à proprement parler, n'est indépendante de la basale externe; elles se recourbent seulement vers le haut ou

vers le bas pour demeurer en rapport avec les extrémités des deux œufs consécutifs. Entre les cellules arquées, on en voit quelques autres, aplaties et allongées, qui peuvent donner l'illusion d'une cloison transversale, *cp*.

FIG. 56. Idem. Coupe passant par l'insertion d'une gaine sur son calyculé. Gr. : 90.

a, œuf (déformé); *pf*, paroi folliculaire rétrécie vers le bas, mais laissant voir suivant l'axe une lumière virtuelle; *c*, paroi du calyculé (diverticule de la trompe).

FIG. 57. Groupe de cellules folliculaires de *Leptynia attenuata* correspondant à peu près à la chambre *c* de la FIG. 50. D'après une coupe tangentielle. FLEMING, CAJAL. Gr. : apochr. 2 mm., 1,30 X 4 (500).

Les noyaux *n*₁, *n*₂, sont en métaphase. En *n*₁, couronne vue du pôle; 36 chromosomes, si on compte comme simples ceux qui sont en *v*; en *n*₂, couronne vue par la tranche, fuseau très surbaissé, corpuscule polaire visible d'un côté, début de l'anaphase. Le noyau *n*₃ est au stade des couronnes polaires.

FIG. 58. Fragment du follicule d'un œuf presque mûr (*Leptynia*). D'après une coupe transversale. Gr. : 420.

Période de divisions directes mettant fin à la multiplication des éléments folliculaires. Quelques noyaux sont étranglés en biseau (*n*₁), d'autres séparés en deux noyaux-fils (*n*₂); quelques-uns ne montrent encore aucun indice de division; *mb*, membrane basale.

FIG. 59. Musculature de la trompe préparée par balayage de l'épithélium après action ménagée du sérum iodé. On distingue un double système de fibres longitudinales et transversales; la striation est plus nette dans les fibres longitudinales.

FIG. 60. Coupe transversale de la trompe, région inférieure, de *Leptynia attenuata*. Gr. : 210.

e, couche épithéliale; *m*, couche musculaire; *c*, cavité de la trompe.

FIG. 61-63. Figures demi-schématiques des organes complémentaires de l'appareil génital, d'après les genres : *Leptynia* (61), *Bacillus* (62), *Menexenus* (63); vue dorsale. *u*, utérus; *pc*, poche copulatrice; *pl*, poches ou glandes latérales; *sp*, spermathèque.

FIG. 64. Coupe transversale de l'utérus et de la poche copulatrice de *Bacillus gallicus*, intéressant la gouttière qui les met en communication. Faible grossissement.

pc, poche copulatrice; sa paroi dorsale, *pd*, est plus épaisse que sa paroi ventrale, *pv*, et de nature glandulaire; *g*, gouttière, dont les parois sont formées de cellules très allongées; *u*, section de l'utérus.

FIG. 65-69. État de développement des organes génitaux externes (opercule sous-génital et oviscapte) aux stades successifs, chez *Leptynia attenuata*. Faible gross.

65, stade I; 66, stade II; 67, stade III; 68, instar; 69, imago. Les segments sont désignés par des chiffres romains.

osg, opercule sous-génital; *og*, invagination correspondant à l'orifice génital.

PLANCHES III et IV.

Appareil génital mâle et spermatogénèse chez les phasmes. —
Spermatogénèse chez les autres orthoptères.*Anatomie du testicule chez les phasmes*

FIG. 70. *Leptynia attenuata*. Ensemble de l'appareil vu par la face ventrale — (pour éviter la confusion, on a négligé les glandes annexes). Gross. : 4.

t, testicule longeant le vaisseau dorsal; *pr*, son prolongement supérieur à insertion ventrale. Les chiffres romains indiquent les segments de l'abdomen.

FIG. 71. *Menexenus obtusispinosus*. Partie supérieure du testicule, montrant le prolongement à origine latérale. Gross. : 11.

FIG. 72. *Leptynia attenuata*. Imago, un ou deux jours après la mue, coupe transversale du testicule. FLEMMING, triple coloration CAJAL. Gross. : 240 pour les contours; les cellules ont été intentionnellement amplifiées.

a, spermatogonies primaires; I à IV, spermatogonies secondaires; V à IX, spermatocytes de premier ordre en prophase; X, derniers stades de la prophase; XI, les groupes quaternes sont à la plaque équatoriale (métaphase); XII-XIII, spermatides; XIV-XVI, spermatozoïdes; *c*, canal d'évacuation; *pi*, sa paroi interne (dorsale); *pe*, sa paroi externe (ventrale).

Cellules sexuelles chez les phasmes.

Toutes les figures relatives à la spermatogénèse sont prises de préparations fixées au FLEMMING, colorées au CAJAL ou à l'HEIDENHAIN et dessinées avec l'apochromatique 2 mm. 1,30 et l'oculaire 12 (Gr. : 1500), sauf la FIG. 73 qui est réduite d'après le photogramme correspondant, 165, au grossissement 1200.

Un certain nombre de figures, celles qui sont marquées d'un *, sont synthétiques, dans ce sens que les chromosomes qui s'y trouvent sont réels et relevés à la chambre claire, mais qu'ils ont été réunis, pour éviter une multiplication exagérée des dessins, dans une même cellule.

Les idées qui nous ont dirigé dans les interprétations sont résumées dans les schémas FIG. 148 et 149.

Pour éviter des longueurs et des redites, nous nous abstenons de donner l'explication des lettres qui n'ont de raison d'être que pour la lecture du texte.

Les FIG. 73 à 97 se rapportent à *Leptynia attenuata*, sauf indication contraire.

FIG. 73. Extrémité dorsale d'une coupe transversale de testicule correspondant à la région *a* de la figure précédente.

La cellule en métaphase est une spermatogonie primaire; la couronne, d'une grandeur et d'une beauté exceptionnelles, est vue de face.

cy, cyste bicellulaire; *ncc*, noyau de cellule d'enveloppe.

FIG. 74 à 76. Spermatogonies secondaires.

FIG. 74. Début de l'anaphase; tendance de quelques groupes binaires à se rapprocher en fausses tétrades.

FIG. 75. Métaphase vue du pôle : on compte 36 chromosomes, quelques-uns sont en forme de V.

FIG. 76. Télaphase; le chromosome spécial est en retard sur les autres.

FIG. 77 à 94. Spermatocytes de premier ordre.

FIG. 77. Prophase, stade de peloton à filament très grêle.

FIG. 78. Synapsis; chromosome spécial accolé à la membrane du noyau.

FIG. 79. Synapsis chez *Menexenus obtusispinosus*; on voit en haut une anse ayant déjà subi une division longitudinale; le chromosome spécial a la forme d'une anse nucléinienne.

FIG. 80. Première division longitudinale.

FIG. 81. Stade spécial d'apparence quiescente interposé dans la prophase, jusqu'ici propre aux phasmes, d'après *Dixipfus morosus*; morcellement du *chromatin nucleolus*.

FIG. 82. Même stade chez *Menexenus obtusispinosus*. Dans le nucléole, on voit une sphérule réfringente, et dans le protoplasme, en *x*, un corpuscule d'aspect absolument semblable à l'inclusion nucléolaire.

FIG. 83. Groupe de cellules empruntées à *Leptynia*, sensiblement au stade correspondant; dans la cellule inférieure, la nucléine est rétractée et séparée de la membrane par une auréole claire, phénomène très fréquent à ce stade; en haut à droite, une cellule plus avancée, où les groupes quaternes sont bien individualisés.

a, forme en tétrade, pouvant résulter d'une condensation aux extrémités d'une croix; *b, c*, formes en V, en X, provenant de la première division longitudinale; *x*, corpuscule de BENDA?

FIG. 84. Mise au fuseau.

a, forme en bâtonnet bossu, la proéminence étant due à la partie du quaterne non encore étendue sur le fuseau; *b*, forme en V, à insertion terminale.

FIG. 85. Transport des groupes quaternes à la plaque équatoriale.

a, forme spéciale imitant une croix, constituée en réalité par deux dyades juxtaposées, non croisées; *b*, forme en croix avec une partie transversale homogène.

FIG. 86. Couronne vue du pôle; on compte aisément 18 groupes quaternes; il se trouve que, dans cette figure, ces éléments sont presque tous de même grosseur, ce qui est assez exceptionnel.

FIG. 87 à 89. Métaphases vues de profil; le chromosome en L, *cs*, se voit dans toutes ces figures; la grande branche représente un quaterne ordinaire et la petite le chromosome spécial qui y demeure fixé.

FIG. 90 et 91. Métaphases chez *Menexenus*; le chromosome spécial peut être libre, 90, ou attaché à un quaterne par une traînée nucléinienne, 91.

FIG. 92. Même stade chez *Dixippus*; le chromosome spécial est probablement représenté par les granules nucléiniens qui se voient de part et d'autre de la plaque.

FIG. 93. Anaphase; séparation des deux dyades dans le chromosome en L; le chromosome spécial suit le sort de la dyade à laquelle il est fixé.

FIG. 94. Télophase; on retrouve au pôle inférieur la dyade porteuse du chromosome spécial; on reconnaît ce complexe à sa forme en équerre.

FIG. 95 à 97. Spermatocytes de deuxième ordre.

FIG. 95. Métaphase vue de profil.

FIG. 96. La même vue du pôle; on compte 18 chromosomes, dont 2 en V; si l'on suppose que l'un d'eux représente la dyade spéciale, ce qui est très plausible, l'autre doit être dû à un V de l'anaphase précédente.

FIG. 97. Anaphase; au milieu se remarque un double V, qui n'est que le doublement d'un des V de la couronne précédente.

Cellules sexuelles chez les locustiens.

Les FIG. 98 à 117 sont empruntées à *Orphania denticauda* CHARP.

FIG. 98 à 101. Spermatogonies secondaires.

FIG. 98. Couronne équatoriale vue du pôle; on compte, en plus du grand chromosome spécial, 30 chromosomes ordinaires.

FIG. 99. Métaphase vue de profil; le chromosome spécial est divisé; en réalité, les autres chromosomes sont en forme d'U très raccourcis présentant leurs branches en dehors.

FIG. 100. Anaphase.

FIG. 101. Télophase; le chromosome spécial, en retard sur les autres, est couché sur le fuseau; la division du cytoplasme a lieu partie par étranglement, partie par plaque cellulaire.

FIG. 102 à 112. Spermatocytes de premier ordre.

FIG. 102. Fin du synapsis (*bouquet*); quelques anses s'élargissent déjà en ruban, phénomène préparatoire à la seconde division.

FIG. 103. Première division longitudinale accompagnée de la segmentation; le chromosome spécial demeure en continuité avec une anse nucléinienne; le cas n'est pas général.

FIG. 104. Même stade plus avancé; les granules nucléiniens sont hérissés d'expansions.

FIG. 105*. Écartement des anses jumelles de manière à donner des formes en torsades, en boucles, en croix, en doubles bâtonnets parallèles ou divergents.

FIG. 106* à 108*. Principaux types de groupes quaternes en voie de condensation.

FIG. 109*. Mise au fuseau; *a*, *b*, *c*, formes d'insertion terminale.

FIG. 110. Métaphase; le fuseau est bien régulier et aboutit à deux centrosomes, *c*, très correctement délimités, qui se colorent non seulement par l'HEIDENHAIN, mais aussi par le CAJAL. Parmi les groupes quaternes, une forme en croix, *a*, très caractéristique; le chromosome spécial, divisé longitudinalement ou en forme d'U, ne se met pas au fuseau avec les autres; il semble quelquefois perdu dans le protoplasme indifférent; mais plus ordinairement, il est visiblement en rapport avec la figure fusoriale et se rend tout entier à l'un des pôles.

FIG. 111. Métaphase, coupe équatoriale; elle n'intéresse pas le chromosome spécial, aussi n'y compte-t-on que 15 chromosomes (réduction numérique).

FIG. 112. Début de l'anaphase.

FIG. 113 à 117. Spermatocytes de second ordre.

FIG. 113 et 114. Cellules dans lesquelles manque le chromosome spécial. Couronne équatoriale vue respectivement de face et de profil.

FIG. 115 à 117. Cellules dans lesquelles a passé le chromosome spécial; il s'y divise comme les chromosomes ordinaires.

Couronne vue de face, 115; de profil, 116; télophase, 117.

FIG. 118 et 119. *Platypleis grisea* FAB. 118, spermatocyte de premier ordre, métaphase; 119, spermatocyte de second ordre, télophase.

Cellules sexuelles chez les acridiens

FIG. 120 à 124, 127 et 128, de *Stenobothrus parallelus* ZETT.; 125 et 126, de *St. vagans* FIEB. Les deux espèces nous ont d'ailleurs fourni des images très semblables.

FIG. 120 à 126. Spermatocyte de premier ordre.

FIG. 120. Stade du bouquet.

FIG. 121. Première division longitudinale; la régularité et l'uniformité des anses ont été exagérées dans la gravure.

FIG. 122*. Stade correspondant à celui de la fig. 105. On retrouve des formes en torsade, *a*, dues à des divisions longitudinales; *n*, Nebenkern.

FIG. 123*. Seconde division longitudinale; le chromosome *a*, par exemple, n'est qu'un chromosome tel que *c*, FIG. 105, dont les deux anses sont clivées; le chromosome en anneau est formé de deux dyades-sœurs originellement en bâtonnets parallèles, qui se sont éloignées en se courbant en sens inverse, tout en demeurant soudées en *b* et en son symétrique.

FIG. 124*. Mise au fuseau; en *b*, on reconnaît la forme *a* de la figure précédente, où la seconde division a disparu; l'insertion est tangentielle.

FIG. 125*. Début d'anaphase.

a, étirement d'une forme telle que *b*, FIG. 124, dont les deux extrémités seraient soudées et dont l'insertion au fuseau serait subterminale; *b*, double V pouvant provenir d'une insertion médiane; *c*, commencement d'une séparation des dyades d'un quaterne tel que *d*, FIG. 123, inséré terminalement; entre *c* et *b*, deux dyades entièrement séparées, mais beaucoup plus petites.

FIG. 126*. Anaphase.

a, deux doubles V opposés représentant chacun une dyade dédoublée, et provenant d'une insertion sensiblement médiane; à gauche, deux autres provenant d'une insertion subterminale, dans lesquels le clivage ne se voit que dans les longues branches; *b*, deux dyades semblables, mais où le dédoublement porte sur les branches courtes.

FIG. 127. Spermatocyte de second ordre; couronne équatoriale vue du pôle; V dédoublés, en *b* complètement indépendants et très parallèles, en *a* vus un peu obliquement et soudés par l'extrémité des courtes branches; même interprétation pour le chromosome supérieur.

FIG. 128. Anaphase d'un spermatocyte de second ordre.

Les chromosomes des bords latéraux sont des V opposés progressant le coude en avant; au milieu, des chromosomes relativement très petits, comme il en existe souvent à ce stade, pouvant représenter des bâtonnets raccourcis.

FIG. 129 à 132. *Edipoda miniata* PALL. Spermatocytes de premier ordre.

Les cellules sont tellement grandes dans cette espèce, que l'on a dû se borner à en dessiner le noyau ou la partie centrale. Les détails du caryoplasme ont été en général négligés dans les figures de prophase; ils sont souvent très insignifiants, les chromosomes se détachant sur un fond clair.

FIG. 129*. Fin de la prophase : anses jumelles résultant du premier clivage.

FIG. 130*. Idem, deuxième clivage.

a est le chromosome de même désignation dans la figure précédente, dont les anses jumelles ont subi un nouveau clivage; *b*, anneau formé par deux anses jumelles originellement parallèles, mais qui se sont écartées en demeurant soudées par leurs extrémités, maintenant clivées; *c*, stade moins avancé de l'écartement, dans un cas semblable.

FIG. 131. Début de l'anaphase, sauf pour le chromosome *b*, qui est à la métaphase.

a, forme en croix; *b*, quaterne en double bâtonnet parallèle, inséré terminalement et commençant à glisser sur le fuseau; *c*, anneau situé dans un plan parallèle au plan équatorial et rompu au point d'insertion, les deux dyades constitutives cheminant en sens inverse; *d*, chromosome semblable vu par la tranche de la boucle; les extrémités des dyades rectifiées l'une derrière l'autre forment le montant plus pâle d'une croix.

FIG. 132. Métaphase proprement dite. Tous les chromosomes de grande taille sont en forme d'anneau parallèle au plan de l'équateur et insérés par une des soudures; on voit sur les deux internes le croisement des bouts libres, survenu après la rupture, et pour *b* les deux soudures sont visibles.

Cellules sexuelles chez les grilloniens.

FIG. 133 à 136. *Gryllus domesticus* L.

FIG. 133 à 135. Spermatogonies secondaires. — 133, métaphase; le chromosome spécial sous forme d'U dédoublé, dans le plan de l'équateur; les chromosomes ordinaires petits, assez réguliers. — 134, couronne semblable vue du pôle. — 135, télophase; le chromosome spécial sous forme d'U à branches grêles et très longues.

FIG. 136. Spermatocyte de premier ordre; chromosome spécial comparable à celui des locustiens, mais plus petit; parmi les ordinaires, des formes en double crochet, dont l'une à dyades déjà séparées.

FIG. 137 et 138. *Nemobius sylvestris* FAB. Spermatocytes de premier ordre.

FIG. 137. Métaphase; croix pleine et évidée, formes en bâtonnet et en E.

FIG. 138. Anaphase. Deux V à queue opposés et clivés, le clivage portant sur les longues branches; le deuxième chromosome à gauche donnera une figure analogue où le clivage sera plus avancé sur les courtes branches.

Cellules sexuelles chez les forficulides.

FIG. 139 à 143. *Forficula auricularia* L.

FIG. 139. Spermatogonie secondaire. Couronne équatoriale vue du pôle; on compte 24 chromosomes semblables entre eux.

FIG. 140. Spermatocyte de premier ordre. Fin de la prophase; formes en anse, en boucle, réductibles à celles que nous avons rencontrées dans les espèces précédentes.

FIG. 141. Spermatocyte de premier ordre. Couronne équatoriale vue du pôle; 12 chromosomes.

FIG. 142. Début de l'anaphase dans les mêmes cellules.

FIG. 143. Spermatocyte de deuxième ordre. Les chromosomes ne diffèrent de ceux de la FIG. 141 que par leur taille deux fois plus petite.

FIG. 140 à 147. *Labidura riparia* PALL. Spermatocytes de premier ordre.

FIG. 144. Figure correspondant à la FIG. 140.

FIG. 145. Condensation des chromosomes; les formes en anneau sont particulièrement abondantes dans cette espèce.

FIG. 146. Début de l'anaphase, sauf pour le chromosome de gauche, qui correspond à une mise au fuseau.

FIG. 147. Couronne équatoriale vue du pôle; 6 chromosomes, dont 1 très petit.

FIG. 148. Schéma général de l'évolution des quaternes. La forme originelle est toujours un double bâtonnet résultant d'un clivage longitudinal.

A , forme originelle à insertion terminale (mise au fuseau); A_1 , les deux dyades sont presque complètement alignées par glissement sur le filament (début de l'anaphase); A_2 , elles sont séparées (anaphase); A_3 , le second clivage isole les chromosomes simples (anaphase plus avancée); A_4 , les deux chromosomes simples superposés (mise au fuseau dans le spermatocyte de deuxième ordre); A_5 , séparation des deux chromosomes simples (anaphase du spermatocyte de second ordre); B , forme originelle à insertion tangentielle subterminale; C , forme originelle à insertion tangentielle médiane.

Les stades $B_1 B_2 \dots$, $C_1 C_2 \dots$, correspondent à ceux de même indice dans la série A .

FIG. 149. Série A' , schéma applicable à une forme particulière aux acridiens.

A' , l'anneau formé de deux anses jumelles écartées par le milieu, mais restant unies par les extrémités, inséré au fuseau par une des soudures; il est dans le plan équatorial; A'_1 , deux phases successives de l'ascension au pôle; les deux dyades, après rupture au point d'insertion, glissent l'une dessus, l'autre dessous, tandis que l'anneau se resserre; ce dernier passera par l'état de simple renflement et finira par disparaître. Les anses complètement séparées se présentent quelquefois comme en A'_2 , sans doute à la suite d'une véritable torsion ou d'une ascension hélicoïdale.

Série A'' , A''_1 , type d'insertion terminale d'une forme en torsade à bouts libres, à rapprocher de A , A_1 .

Suite des figures anatomiques relatives à l'appareil génital mâle des phasmes.

FIG. 150. *Leptynia attenuata*, imago. Rapports des cloisons cystiques avec l'enveloppe générale du testicule. FLEMMING, CAJAL. Gr. : apochr. 2 mm. $1,30 \times 4$ (500).

Une même cellule émet des expansions lamellaires, dont deux plus robustes contribuent à la constitution de l'enveloppe générale, et deux plus minces s'insinuent entre les cellules sexuelles pour faire partie des parois cystiques.

FIG. 151. Idem. II^e stade. Région ventrale du testicule en coupe transversale. Même traitement et même grossissement.

ce, lumière du canal d'évacuation; *pe*, sa paroi externe faisant suite à l'enveloppe générale du testicule; *pi*, sa paroi interne, constituée ici par deux cellules cunéiformes laminaires, destinées à s'étendre de plus en plus à mesure que l'organe se développera. Cette paroi est adossée à la première colonie de cellules sexuelles.

FIG. 152. Idem. Tronçon de la musculature appliquée extérieurement sur la basale du canal d'évacuation; préparation par balayage de l'épithélium après fixation légère et séjour dans le sérum iodé. Gr. : 400 environ.

Les fibrilles longitudinales sont réunies par des îlots de protoplasme non modifié et logeant le noyau; sur les bords, les cordons contractiles s'effilochent en digitations divergentes.

FIG. 153. Idem. Annexes de l'appareil génital mâle; vue dorsale d'une dissection; la préparation a été étalée et, pour avoir les véritables rapports dans l'espace, il faut relever les deux moitiés gauche et droite de la figure l'une vers l'autre.

cd, canal déférent; *vs*, vésicule séminale insérée ventralement; *ga*, glande accessoire à insertion également ventrale; un peu en arrière du débouché des glandes annexes, les canaux déférents confluent en un canal éjaculateur très court. En réalité, les cœcums sont moins renflés qu'ils ne le sont sur le dessin et ils sont souvent coudés.

FIG. 154. Idem. Section transversale à travers le système précédent. Grossissement faible.

cd, canaux déférents; *vs*, vésicules séminales, où l'on voit des spermatozoïdes; *ga*, six sections correspondant aux glandes annexes droites ou à la partie proximale de ces glandes recourbées; *ga'*, section de la partie récurrente d'une glande coudée; on en voit une autre pareille à droite.

FIG. 155. Section transversale du canal déférent. Gr. : 210.

FIG. 156. Idem. Épithélium d'une glande annexe; à l'extérieur, on voit un élément de la musculature.

FIG. 157. *Dixippus morosus*. Section transversale d'une glande annexe; les têtes des cellules proéminent dans la cavité et forment des dômes qui se pressent les uns contre les autres. Gr. : 80.

FIG. 158. Idem. Section du canal déférent. Gr. : 100.

FIG. 159. Idem. Section d'une glande annexe; l'état physiologique est autre que pour la glande représentée FIG. 157. Sous l'action du réactif fixateur (?), les cellules sont décapitées et le protoplasme effiloché donne l'illusion d'un plateau strié. Gr. : 80.

FIG. 160. Idem. Partie ventrale d'une section transversale du testicule. Gr. : 100. *pe*, paroi externe du canal d'évacuation; le protoplasme est effiloché du côté

interne; *ce*, canal d'évacuation; *pi*, paroi interne; *cx*, cellules spéciales incluses dans la paroi interne.

FIG. 161. Idem. Détail de la fig. 159 dessiné à un plus fort grossissement. Gr. : apochr. 2 mm. $1,30 \times 4$ (500).

On peut se rendre compte que les filaments libres ne sont pas autre chose que la continuation des trabécules protoplasmiques profondes.

FIG. 162. *Leptynia attenuata*. Coupe à travers l'opercule sous-génital. FLEMMING, CAJAL. Gr. : apochr. 2 mm. $1,30 \times 4$ (500).

Contre la cuticule, on remarque de petits noyaux qui doivent appartenir à des cellules hypodermiques à contours indistincts. — *n*, noyau d'une cellule glandulaire. — Dans le protoplasme des grosses cellules vacuoleuses, on remarque une vésicule collectrice en relation avec un canal intracellulaire qui aboutit à la cuticule par une partie plus chitinisée, *c*.

FIG. 163. Idem. Les derniers segments abdominaux chez la jeune larve au stade I.

Sur le neuvième segment, un renflement bilobé, *c*, marque l'origine de l'opercule sous-génital.

PLANCHE V.

Photogrammes de quelques détails cytologiques.

Les négatifs ont été obtenus avec l'apochromatique ZEISS 2 mm. $1,30 \times 12$, les images étant projetées à une hauteur de 12 centimètres dans la chambre micro-photographique de LEITZ. Gr. : 1200. — Quelques-unes des figures auxquelles nous renvoyons sont faites d'après les photogrammes.

PHOT. 164. *Leptynia attenuata* Couronne équatoriale d'une cellule adipeuse en cinèse. Voir FIG. 46. On compte une centaine de chromosomes.

PHOT. 165. Idem. Couronne équatoriale de spermatogonie primaire. Voir FIG. 73.

PHOT. 166. Idem. Trois spermatogonies en métaphase; la seule qui soit distincte est vue de profil. Voir FIG. 74.

PHOT. 167. *Menexenus obtusispinosus*. Spermatocyte de premier ordre au stade représenté FIG. 82; avec un peu d'attention, on peut voir que les deux corpuscules en regard vers le milieu du champ sont éclairés au centre.

PHOT. 168. *Leptynia attenuata*. Stade correspondant à celui représenté FIG. 85.

PHOT. 169. Idem. Spermatocyte de premier ordre. Plaque équatoriale vue du pôle; on compte 18 chromosomes.

PHOT. 170. Idem. Dans trois des spermatocytes de premier ordre en métaphase, on voit le chromosome en **L**; au mieux, dans celle du bas et celle du haut.

PHOT. 171. Idem. Anaphase dans un spermatocyte de premier ordre; à gauche, on voit la division du quaterne porteur du chromosome spécial. Voir FIG. 93.

PHOT. 172. *Orphanina denticauda*. Spermatogonie secondaire. Couronne équatoriale vue du pôle; on compte 31 chromosomes, le grand chromosome spécial compris.

PHOT. 173. Idem. Anaphase dans une spermatogonie secondaire. A droite, on voit nettement les deux chromosomes spéciaux frères, arqués en **V**. Voir FIG. 100.

PHOT. 174. Idem. Spermatocyte de premier ordre. Métaphase; à gauche, en haut, se remarque le chromosome spécial. Voir FIG. 110.

PHOT. 175. *Ædipoda miniata*. Anses jumelles provenant de la première division longitudinale, déjà écartées et un peu condensées. Voir FIG. 129.

PHOT. 176. Idem. Chromosome en anneau placé dans le plan équatorial; en haut, à gauche, une des soudures est marquée par un étranglement. Voir FIG. 132.

PHOT. 177. Idem. Groupe quaterne en forme de croix, formé par deux parties non croisées, mais juxtaposées. Voir FIG. 149, A'_2 .

PHOT. 178. Idem. Mise au fuseau et anaphase de quelques chromosomes. Voir FIG. 131.

A droite, le chromosome à insertion terminale; les deux dyades ont commencé à glisser sur le fuseau. — La photographie ne donnant rigoureusement qu'un seul plan, le dessin en diffère en ce qu'il y a été tenu compte de plusieurs mises au point successives.